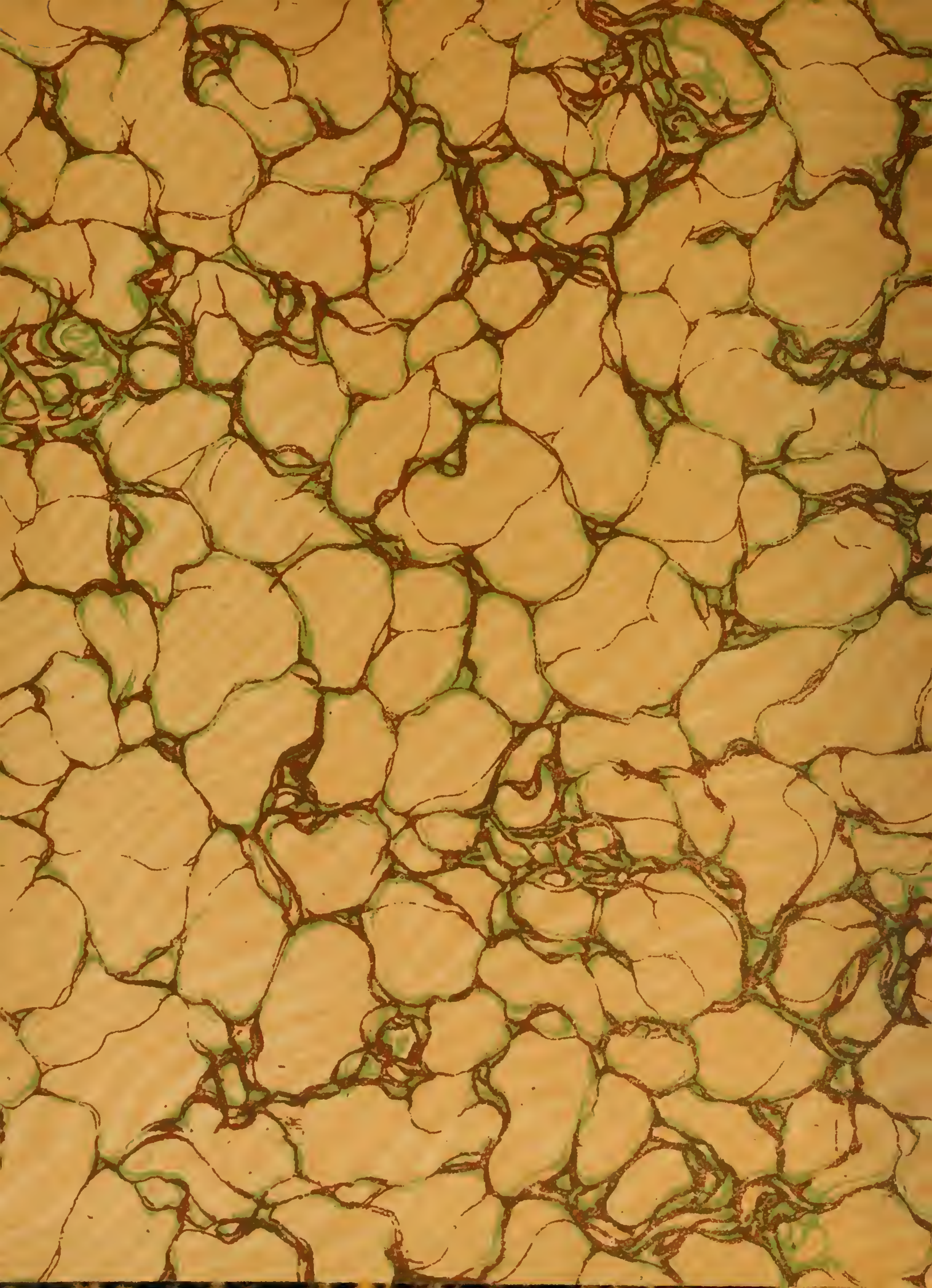
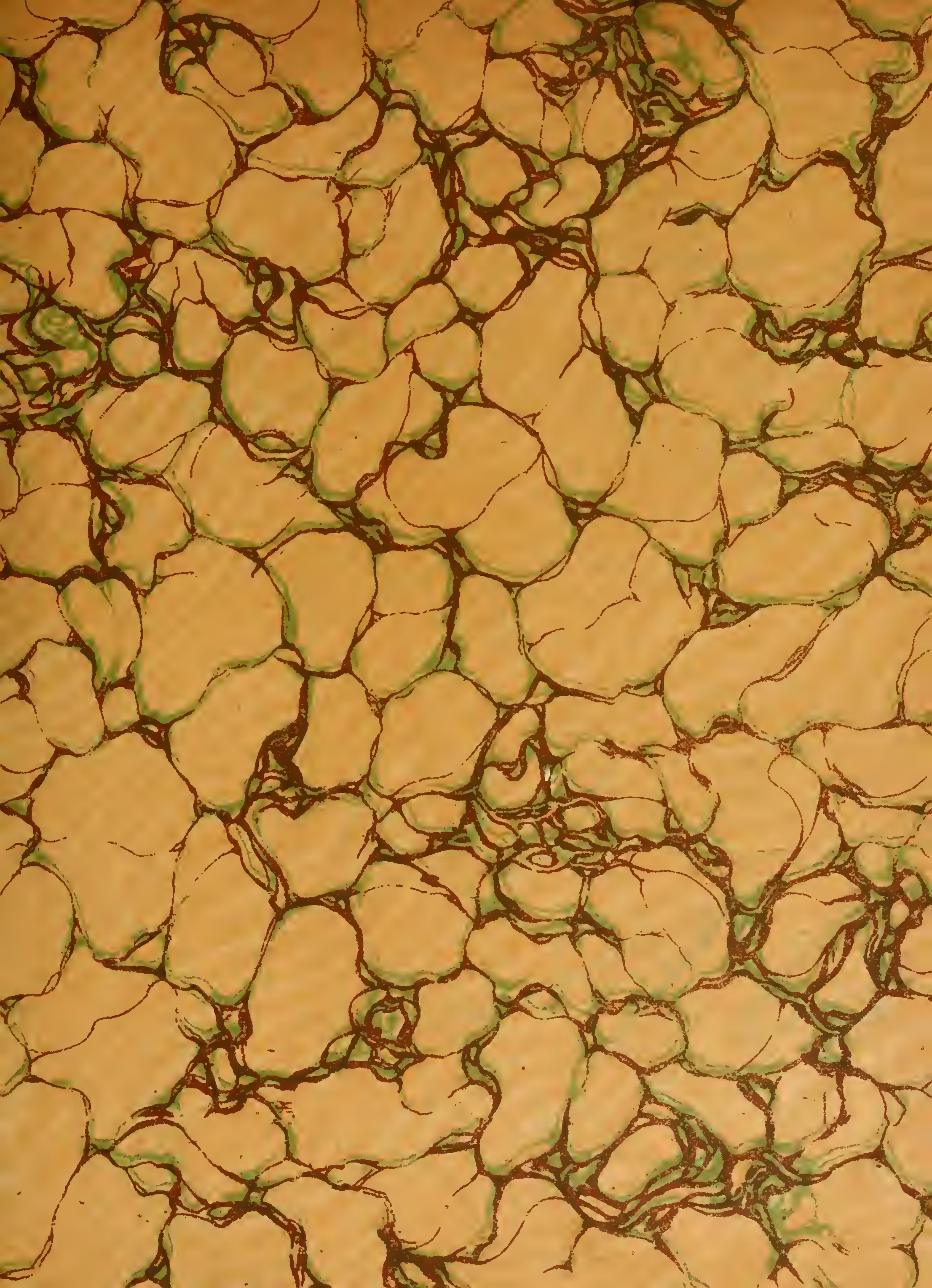












COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

EN DATE DU 13 JUILLET 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT-CINQUANTE-NEUVIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1914.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS et Cie, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Quai des Grands-Augustins, 55.

1914





COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 JUILLET 1914.

PRÉSIDENCE DE M. P. APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

SPECTROSCOPIE. — *Observations générales sur les raies ultimes des éléments dans les diverses sources lumineuses.* Note de M. **Arnaud de Gramont.**

Si dans des sources lumineuses de nature très différentes, mais cependant capables d'émettre le spectre de lignes d'un élément, nous comparons les intensités relatives et les sensibilités quantitatives de ces lignes, nous voyons parfois varier ces valeurs d'une manière tout à fait frappante.

Prenons d'abord les raies ultimes des spectres de dissociation dans l'étincelle condensée. Ce sont, parmi celles de grande sensibilité, les raies qui disparaissent les dernières quand la teneur décroissante de l'élément qu'elles représentent tend vers zéro. Dans des travaux antérieurs [1], j'ai

[1] *Comptes rendus*, 21 mai, 22 juillet 1907; 15 juin 1908; 3 et 17 janvier, 25 juillet 1910; 22 juillet 1912; et *VIIe Congrès de Chimie appliquée* (Londres, 1909).

montré que ces lignes résistent à l'effet de la self-induction sur l'étincelle de capacité, et qu'on les retrouve dans l'arc, dans l'enveloppe du cône bleu du bec Bunsen, dans la flamme du chalumeau oxyacétylénique, et même dans celle du chalumeau oxygène-gaz d'éclairage. Elles comprennent les raies spontanément renversables.

La présence des mêmes raies, ultimes pour l'étincelle condensée, dans ces diverses sources de lumière, n'implique pas nécessairement la persistance de leur sensibilité dans des conditions aussi différentes. Nous sommes en droit de nous demander comment variera cette sensibilité, et si les mêmes raies resteront les ultimes, ou bien si la sensibilité maximum passera à d'autres, et s'il sera possible alors de prévoir le sens de ce changement, et enfin si nous pourrons établir, pour cela, sinon des lois, du moins des règles générales.

Mais avant d'aller plus loin, je tiens à donner ici l'explication de certaines divergences entre les déterminations de raies ultimes que j'ai présentées à maintes reprises à l'Académie depuis 1907, et des déterminations poursuivies à l'étranger au moyen de procédés différents. En donnant leur définition et leurs caractéristiques, j'ai fait observer que les raies ultimes ne sont pas nécessairement les plus fortes du spectre d'un corps simple. Ce ne sont pas les « Hauptlinien » des physiciens allemands, et l'on risquerait de tomber complètement dans l'erreur en considérant comme raies ultimes, ou même raies de sensibilité notable, celles qui, dans le spectre d'étincelle de l'élément isolé, impressionnent le plus fortement la plaque photographique, ou bien persistent les dernières pour des durées d'exposition de plus en plus courtes. C'est ainsi que MM. Hartley et Moss [1], dans des recherches, d'ailleurs fort intéressantes, se sont attachés, par des pesées des électrodes d'un métal isolé entre lesquelles jaillissait l'étincelle pendant un temps très court, à évaluer la plus petite quantité de substance capable de donner les raies qu'ils ont considérées alors comme les ultimes de ce métal. A la mesure des temps de pose, les auteurs avaient avantageusement substitué celle du nombre d'étincelles produites au moyen d'un contact à ressort. Les raies ainsi trouvées sont celles de plus grand effet

---

[1] *Proc. Roy. Soc.*, July 26, 1912. — Je regrette d'avoir à formuler ces critiques en interprétant les résultats obtenus par un savant aussi éminent que W.-N. Hartley, auquel la spectroscopie doit tant de progrès nouveaux et de découvertes si brillantes dans toutes ses branches. La Science anglaise vient d'être douloureusement éprouvée par sa perte récente; qu'il nous soit permis d'exprimer ici toute notre admiration pour l'ensemble de son œuvre scientifique si étendue et si importante.

photochimique sur le gélatinobromure, mais nullement les plus capables de déceler un élément à l'état de traces dans un composé quelconque. Ce procédé des temps de pose décroissantes ne donne nullement les mêmes résultats que celui des teneurs décroissantes, où est seulement mesurée la sensibilité quantitative vraie des raies d'un élément. J'ai toujours employé cette dernière méthode pour déterminer les raies ultimes dans les conditions réelles où leur présence pourra être utilisée. Les résultats obtenus par MM. Hartley et Moss sont, pour la presque totalité des éléments cités dans leur mémoire, en désaccord, non seulement avec ceux que j'ai trouvés, mais aussi avec ceux qu'ont fourni à MM. Pollok et Leonard les liquides où ils ont suivi la persistance quantitative des raies, et où, au contraire, les ordres de disparition de celles-ci sont généralement en concordance avec les résultats de mes recherches sur les alliages, les minéraux et les sels fondus. Citons par exemple le plomb; MM. Hartley et Moss trouvent comme les plus fortes et les plus persistantes de ce métal, avec une seule étincelle, les raies λ 4387,3; 4245,2; 4058,0; 3683,6 et cinq autres raies beaucoup plus faibles, tandis que les déterminations quantitatives directes me montrent que 4058,0 et 3683,6 sont bien les ultimes, mais que 4387,3 et 4245,2 ne présentent en réalité, malgré leur intensité, qu'une très faible sensibilité [1]. Quant au bismuth, aucune des raies qui persistent sur la plaque sous l'action d'une seule étincelle n'offre de sensibilité quantitative réelle; elles disparaissent pour des teneurs de l'ordre du centième de bismuth dans le plomb, tandis que les raies ultimes vraies λ 3067,8; 2898,1 persistent encore au dix-millième, malgré l'insuffisance de leur intensité qui n'impressionne pas la plaque pour une seule étincelle du métal pur.

En comparant, comme nous voulons le faire, les spectres des diverses sources lumineuses dont il a été question, nous serons amenés à discuter leur température relative et à les classer par rapport à celle-ci. Les idées modernes, et spécialement les travaux de Ritz, nous font concevoir les raies spectrales comme attribuables à l'influence de champs magnétiques intenses siégeant dans l'atome lui-même. L'énergie de ces systèmes serait purement électromagnétique [2]. Quel serait alors le rôle de la température proprement dite, surtout dans le cas de l'étincelle électrique ? Les observations suivantes nous permettront peut-être de nous en faire une idée. On sait que la décharge de la bouteille de Leyde est oscillante, et donne nais-

---

[1] J'avais autrefois signalé ce fait comme typique (*Comptes rendus*, 21 mai 1907).

[2] WALTHER RITZ, *Gesammelte Werke*, p. 180.

sance à une série d'étincelles se succédant très rapidement. L'étincelle, qui remplit ainsi l'intervalle explosif, a tendance à se transformer en arc, et dans celui-ci la différence de potentiel entre les électrodes et, par suite, la chaleur fournie pour un courant donné deviendraient alors beaucoup plus faibles (¹).

Si, d'autre part, nous nous reportons aux importantes mesures thermoélectriques de Pflüger (²) sur la répartition de l'énergie dans les spectres d'étincelle des métaux, nous trouvons que ceux-ci présentent des maxima fort accentués dans la partie très réfrangible de l'ultraviolet, et incomparablement plus intenses que le maximum de l'arc au charbon, situé dans les régions, moins réfrangibles, des bandes du cyanogène. Les spectres de fortes étincelles condensées de différents métaux étaient obtenus dans un spectromètre à partie optique de quartz ou de fluorine, muni d'un bolomètre ou d'une pile thermo-électrique de Rubens. Les déviations galvanométriques étaient de plusieurs centaines de divisions de l'échelle. J'ai comparé les positions, forcément assez approchées, de ces maxima avec celles des raies ultimes du même métal, et j'ai trouvé entre ces positions une concordance très satisfaisante. On peut certainement en conclure que ces maxima coïncident, soit en général avec les raies ultimes proprement dites, soit avec des groupes de raies de grande sensibilité. Citons, par exemple, le magnésium dont le spectre présente un nombre restreint de lignes, et dont la structure permet alors une plus facile exploration par ce procédé : la plus grande quantité d'énergie mesurée par l'auteur, dans toutes ses recherches, y a été reconnue; elle était de 900 divisions de l'échelle, et située vers λ 2800, ce qui correspond bien à la région assez étroite des raies ultimes du magnésium: λ 2852,2; 2802,8; 2795,6. La comparaison des raies ultimes, déterminées sur les clichés photographiques, avec les maxima galvanométriques, ne peut se poursuivre pour tous les corps, car chez certains d'entre eux, le zinc et l'aluminium notamment, ces maxima viennent se placer dans la région tout à fait réfrangible entre λ 2100 et 1860, où la sensibilité du gélatinobromure est très affaiblie. Malgré cela les raies du zinc et de l'aluminium de cette région m'ont souvent décelé ces métaux à l'état d'impuretés sur les clichés de spectres d'étincelle condensée.

(¹) Cf. J.-J. Thomson, *Passage de l'électricité dans les gaz*, p. 519.

(²) *Die Energieverteilung in den Funkenspektren der Metalle* (*Physikalische Zeitschr.*, t. V, 1904, et *Zeitschr. f. Wissenschaft. Photogr.*, t. II, 1904, p. 31).

Tout ce que nous venons de voir nous autorise, me semble-t-il, à considérer les spectres d'étincelle comme accompagnés d'une plus haute température, ou si l'on préfère, d'une forme d'énergie plus intense que les spectres d'arc. Nous placerons donc les spectres d'étincelle en tête de notre énumération des sources lumineuses, supposées classées dans l'ordre thermique (ou énergétique) décroissant; nous pourrons ainsi interpréter plus simplement les conclusions à présenter ici. Elles ont été tirées de l'observation des variations de sensibilité quantitative des raies de plus grande sensibilité d'un même élément dans les diverses sources lumineuses suivantes, que nous supposerons classées suivant des températures décroissantes : étincelles condensées avec self; sans self, étincelle non condensée, arc, chalumeau oxyacétylénique, chalumeau oxygène-gaz d'éclairage. Les essais ont porté sur près de quarante corps simples, et je crois pouvoir en tirer les règles suivantes qui, jusqu'ici, n'ont pas paru présenter d'exceptions.

I. Si dans des sources de températures différentes les raies d'un élément ne conservent pas la même sensibilité, les raies ultimes seront, en tout cas, comprises parmi un très petit nombre de lignes, déjà de grande sensibilité avec l'étincelle condensée.

II. Les raies de sensibilité maximum seront d'autant moins réfrangibles que la température (ou l'énergie) de la source sera moins élevée.

Inversement donc, pour une source de plus haute température, ou si l'on préfère de plus grande énergie d'émission [1], la sensibilité maximum sera reportée plus loin dans l'ultraviolet, sur une raie de plus courte longueur d'onde.

Ajoutons que, pour beaucoup d'éléments, disons même pour la plus grande partie d'entre eux, les métaux alcalins, le gallium, l'indium, le thallium, le cuivre, l'argent, le plomb, etc., les raies ultimes restent les mêmes dans toutes les sources que nous avons énumérées. La flamme ordinaire du bec Bunsen fait exception; elle fournit d'ailleurs rarement des spectres de lignes, sauf pour les métaux alcalins, le thallium et l'indium, où les raies ultimes restent les mêmes. Mais l'enveloppe immédiate du cône bleu, lorsqu'on isole son image comme l'a fait M. de Watteville [2], présente les raies de l'étincelle de self-induction et de l'arc, et à cette région

(1) D'origine électromagnétique ou chimique.

(2) C. DE WATTEVILLE, *Recherches expérimentales sur les spectres de flammes* (Thèse, 1904).

bien délimitée pourront s'appliquer les règles que nous venons de donner.

L'exemple typique de lignes dont la sensibilité varie avec la température nous est fourni par les métaux alcalino-terreux, qui présentent, chacun, trois raies de grande sensibilité dans les étincelles diverses et dans l'arc, raies homologues se comportant absolument de la même manière, d'un spectre à l'autre; elles ont pour longueurs d'ondes :

	[g'].	[H].	[K].
Calcium............	4226,9	3968,6	3933,8
Strontium..........	4607,5	4215,7	4077,9
Baryum.............	5535,7	4934,2	4554,2

nous pouvons y ajouter, suivant Runge et Precht ([1]) :

Radium.............	4826,1	4682,4	3814,6

Les raies du calcium s'identifient, on le sait, avec g', H et K du spectre solaire et, pour simplifier l'exposition, nous désignerons par les mêmes lettres les raies correspondantes des autres métaux, placées dans la même colonne. Pour les quatre métaux, H et K sont les plus fortes de l'étincelle; dans l'arc, les trois raies ont des intensités à peu près égales, quoique numériquement évaluées de façons différentes suivant les observateurs.

Les raies g' apparaissent seules dans la flamme totale du bec Bunsen, soit sur la plaque photographique, soit à l'observation oculaire directe. Mes recherches n'ont porté que sur les trois premiers métaux, et j'ai déjà désigné H et K comme leurs ultimes de l'étincelle ([2]), K étant la dernière à disparaître; mais g' est d'une extrême sensibilité, elle aussi, et qui le cède à peine aux deux autres ([3]). Dans les chalumeaux à oxygène, les raies H et K, d'ultimes qu'elles étaient pour l'étincelle, sont devenues raies de fortes teneurs, bien visibles avec l'acétylène, faibles avec le gaz d'éclairage et absentes pour de petites quantités du métal correspondant. Dans ces chalumeaux, comme dans toutes les flammes, les lignes g' sont intenses et extrêmement sensibles; ce sont elles, les moins réfrangibles des trois raies de grande sensibilité de chaque métal, qui, ayant seules conservé leur sensibilité, sont devenues les ultimes. On voit donc là une application frappante des règles

([1]) *Physikalische Zeitschrift*, 4. Jahr., n° 10, p. 285.

([2]) *Comptes rendus*, 25 juillet 1910.

([3]) g' du calcium est toujours, et dans tous les cas, la mieux observable pour l'œil, à cause de la position de H et K à la limite de visibilité du spectre. g' du baryum (5535,7) doit être photographiée avec des plaques sensibilisées pour le vert.

que nous avons données, la sensibilité s'étant déplacée vers le rouge pour des sources lumineuses dont la température est abaissée.

Nous aurons une transformation du même genre, mais moins tranchée, pour les triplets du chrome et du manganèse. Dans les alliages à teneurs décroissantes, comme dans les sels en fusion, chacun de ces métaux a pour raies de grande sensibilité ([1]) deux triplets bien caractéristiques, l'un dans le visible, l'autre dans l'ultraviolet. Ils sont, dans l'étincelle condensée, d'intensités assez voisines, mais le triplet de l'ultraviolet est, pour les deux métaux, nettement le plus sensible, et il contient les raies ultimes :

Chrome......	{4289,9; 4275,0: 4254,5}	{3605,5; 3593,6; 3578,8}
Manganèse....	{4034,7; 4033,2; 4031,0}	{2605,8; 2593,8; 2576,2}

Dans l'arc, les intensités des triplets violets sont les plus fortes et, avec les chalumeaux, la sensibilité de ceux-ci est devenue de beaucoup la plus grande, son déplacement s'étant, comme on devait le prévoir, produit vers le rouge, en faisant passer les raies violettes au rang d'ultimes.

Pour le manganèse, notamment, le triplet vers 4030, donne, avec les chalumeaux, une réaction spectrale d'une sensibilité excessive, qui montre ce métal dans une foule de minéraux, dans les poussières de l'air (Hartley), dans tous les minerais de fer, sauf l'oligiste de l'île d'Elbe, et dans presque tous les produits métallurgiques.

Nous pourrions citer ici d'autres exemples, tels que ceux du fer et du nickel, frappants surtout quand, sur un même cliché, on juxtapose le spectre de l'étincelle et celui du chalumeau. On y voit du premier coup d'œil, non seulement le déplacement de l'intensité maximum, mais aussi la diminution de l'étendue du spectre dans l'ultraviolet, dont la limite recule vers le rouge, quand la température de la source s'abaisse.

Aussi serait-il d'un grand intérêt de reprendre les mesures thermo-électriques ou bolométriques de M. Pflüger, avec toutes les sources de lumière, capables d'émettre les spectres de lignes d'un même corps simple, puis de poursuivre ces mêmes séries de mesures pour le plus grand nombre possible d'éléments. On pourrait sans doute établir ainsi, pour les spectres discontinus, une loi correspondante à celle de Wien pour un corps noir, et confirmer les hypothèses qui se dégagent du présent travail, à savoir : que les raies qui présentent le maximum d'énergie, et, le plus souvent, le

---

([1]) *Comptes rendus*, 22 juillet 1912.

maximum de sensibilité, sont d'autant plus réfrangibles que la température de leur source est plus élevée.

Quoi qu'il en soit, les indications données ici permettront tout au moins de s'orienter plus facilement dans la recherche des raies ultimes et dans l'étude de la sensibilité quantitative des spectres de lignes.

THERMOCHIMIE. — *Étude thermochimique de quelques hydrates du sulfate de manganèse. Isoméries.* Note [1] de M. DE FORCRAND.

J'ai publié récemment [2] une Note sur la préparation de quelques hydrates du sulfate manganeux, obtenus les uns à froid ou à température relativement basse, les autres au moins à 100°.

Je me suis proposé de rechercher comment varie, dans chaque série, la chaleur de fixation des molécules d'eau successives, et plus spécialement si les nombres sont les mêmes d'une série à l'autre pour des hydrates de même composition.

Pour donner à ces déterminations toute la rigueur possible, j'ai d'abord mesuré la variation de la chaleur de dissolution avec la température vers +15°; en fait elle se traduit par $0^{Cal},055$ par degré en plus ou en moins; j'ai pu alors rapporter tous mes nombres à la température constante de +15°, et j'ai fait la même correction pour les résultats précédemment obtenus par Thomsen pour pouvoir les comparer avec les miens.

J'ai pu alors dresser le Tableau suivant pour les chaleurs de dissolution :

Série d'expériences A (produits obtenus à température basse).

	Cal	Différence.
$SO^4Mn + 7H^2O$	— 3,251	
		3,211, soit 1,605 pour H^2O
$SO^4Mn + 5H^2O$	— 0,040	
		1,893
$SO^4Mn + 4H^2O$	+ 1,853	
		3,717
$SO^4Mn + 3H^2O$	+ 5,570	
		3,799
$SO^4Mn + 2H^2O$	+ 9,369	
		4,371
$SO^4Mn + 1H^2O$	+13,740	
		2,300, soit 5,880 pour H^2O
$SO^4Mn + 0,6H^2O$	+16,040	
$SO^4Mn + 0,5H^2O$	+16,300	
SO^4Mn anhydre	+19,620 (par extrapolation).	

[1] Reçue dans la séance du 29 juin 1914.

[2] *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 1760.

Série d'expériences B
(produits obtenus à la température de 100° au moins).

	Cal	Diff.
$SO^4Mn + 2H^2O$.....	+ 5,668	
		1,002
$SO^4Mn + 1,5H^2O$...	+ 6,670	
		0,965
$SO^4Mn + 1H^2O$.....	+ 7,635	
		5,935
SO^4Mn anhydre......	+13,570	

Expériences de Thomsen.

	Cal	Diff.
$SO^4Mn + 5H^2O$.....	— 0,089	
		2,190
$SO^4Mn + 4H^2O$.....	+ 2,101	
		1,861
$SO^4Mn + 3H^2O$.....	+ 3,962	
		2,071
$SO^4Mn + 2H^2O$.....	+ 6,033	
		1,583
$SO^4Mn + 1H^2O$.....	+ 7,610	
		5,905
SO^4Mn anhydre	+13,515	

Tous ces résultats ont été reportés sur le graphique ci-joint (où les nombres de Thomsen sont figurés par des croix).

L'examen de ces Tableaux et du graphique qui les résume conduit aux remarques suivantes :

1° Il y a accord, pour le sel anhydre et le monohydrate, entre les valeurs de Thomsen et celles que j'ai obtenues pour les produits de la série B. De même il y a accord pour le pentahydrate entre le nombre de Thomsen et celui que m'a donné le pentahydrate A (attendu qu'on ne peut pas répondre de différences inférieures à $0^{Cal},050$).

2° Mais ce qui frappe tout d'abord, c'est qu'il n'y a plus de concordance entre les valeurs de Thomsen et celles que j'obtiens (série A) pour les hydrates à 2, 3 et 4 H^2O. Dans cette série A, les différences que je trouve d'un hydrate à l'autre sont :

1,605 1,893 3,717 3,799 4,371 5,880

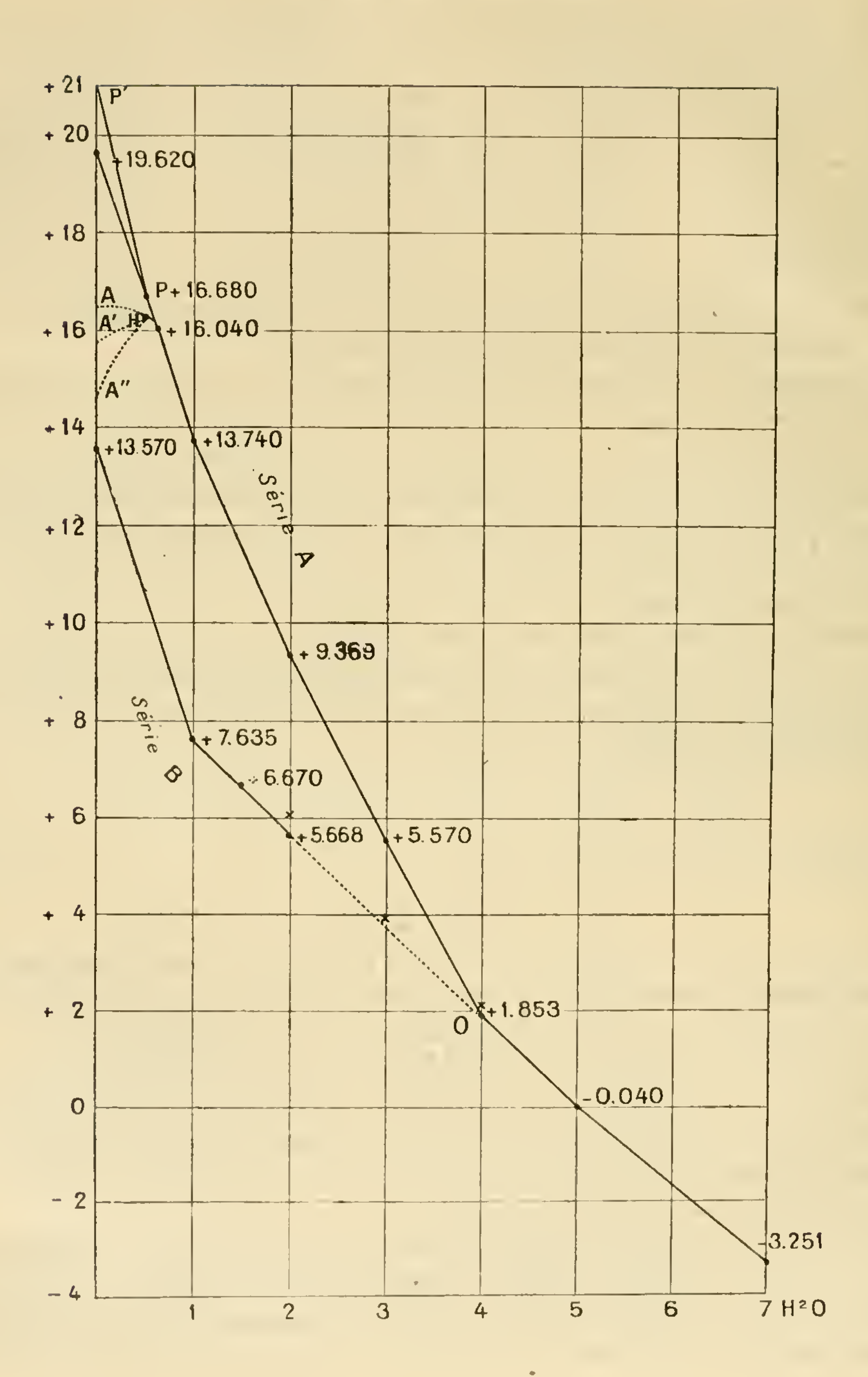
tandis que celles de Thomsen :

x 2,190 1,861 2,071 1,583 5,905

semblent tout à fait anormales, car, s'il n'y a pas de cause perturbatrice (changement de condensation par exemple), il n'est pas possible d'admettre que les différences ne sont pas croissantes dans le sens considéré.

3° En outre, les nombres que j'obtiens pour cette série A sont très loin de ceux de Thomsen et s'en écartent de plus en plus à mesure que la déshydratation se poursuit; finalement, le sulfate anhydre de ma série A aurait une chaleur de dissolution de $+ 19^{Cal},620$, et non pas de + 13,515 (Thomsen) ou $+ 13^{Cal},570$ (série B).

Il en résulte qu'il existe deux isomères du sel anhydre, l'un préparé à 300° par la méthode ordinaire (série B), l'autre obtenu à froid par efflorescence très lente (série A). Il est très vraisemblable que le premier est un polymère $(SO^4Mn)^n$ du second.



+ 21
+ 20
+ 18
+ 16
+ 14
+ 12
+ 10
+ 8
+ 6
+ 4
+ 2
0
- 2
- 4
P'
+19.620
P+16.680
A
A'
A''
+ 16.040
+13.570
+13.740
Série A
+ 9.369
Série B
+ 7.635
6.670
+5.668
+5.570
+1.853
O
-0.040
-3.251
1
2
3
4
5
6
7 H²O

Cette polymérisation exothermique (irréversible), provoquée par le chauffage des produits incomplètement déshydratés, correspond à un dégagement de chaleur de $+6^{Cal},050$ par molécule simple.

Par suite, le sel anhydre non polymérisé doit avoir beaucoup plus d'affinité pour l'eau que son polymère; en fait les produits de cette série A à 0,6 et $0,5 H^2O$ absorbent déjà la vapeur d'eau atmosphérique aussi vite que le fait la neige phosphorique.

Il existe de même deux isomères du monohydrate, deux isomères du dihydrate, et peut-être de tous les hydrates possibles intermédiaires entre les sels anhydres et le tétrahydrate dans chaque série.

Pour les deux monohydrates, le passage de l'un à l'autre dégage $13,740 - 7,635 = 6,105$, soit précisément le même nombre que le passage de l'un des sels anhydres à l'autre.

Pour les deux dihydrates, la différence est plus faible :

$$9,369 - 5,668 = 3,701$$

seulement, et elle s'atténue pour devenir nulle au point O, qui correspond au tétrahydrate et est commun aux deux branches de courbe.

L'hypothèse la plus naturelle consiste à admettre que, lorsqu'on chauffe le tétrahydrate, ce sel subit, en perdant de l'eau, une polymérisation progressive qui atteint à peu près son terme au voisinage du monohydrate. Le chauffage ultérieur de 100° à 300° a pour effet seulement de déshydrater complètement.

4° Cette polymérisation peut se produire même à froid en présence de catalyseurs. Ainsi on peut préparer, en prenant certaines précautions, un monohydrate exempt de sel acide, par l'action de l'acide sulfurique sur la dissolution saturée du sel, mais même en veillant à ce que la température ne s'élève pas au-dessus de 30° pendant la préparation, le produit obtenu est condensé, car sa chaleur de dissolution m'a donné $+7^{Cal},679$, comme mon monohydrate de la série B, comme le monohydrate de Thomsen, et non pas $+13,740$ comme le monohydrate de la série A.

5° En l'absence de catalyseur, et en opérant par simple efflorescence, mes expériences montrent que la température de 45° est à peu près la limite au delà de laquelle la polymérisation devient inévitable. En effet, le produit à $0,5 H^2O$ obtenu à $+75°$ fournit un point H qui n'est déjà plus sur la droite : 1 à $0,6 H^2O$, mais à gauche. S'il était pratiquement possible de poursuivre ces expériences de déshydratation, extrêmement longues même à $+75°$, on obtiendrait sans doute, de $0,5 H^2O$ au sel anhydre, des courbes du genre de

HA, HA′, HA″, indiquant une polymérisation croissante avec la température.

En tous cas l'existence d'un produit non condensé voisin de l'hémihydrate est rendue bien probable par l'impossibilité de dépasser cette limite en opérant vers 45°. Si cet hémihydrate existe ([1]), caractérisé par le point P de la courbe ($+16^{Cal},680$), il est probable que la courbe se relève encore une dernière fois suivant PP′ environ, fournissant pour la chaleur de dissolution du véritable sel anhydre non condensé un nombre voisin de $+21^{Cal}$, supérieur même à celui (19,620) que j'ai admis par extrapolation et qui est une valeur minima. Mais il devient impossible de préparer ces produits de la région PP′.

6° L'intérêt de cette étude est surtout de montrer que dans cette famille (et sans doute pour beaucoup d'autres hydrates salins) un même degré d'hydratation, tel que 3, 2 ou 1 H^2O, peut correspondre à deux produits différents, et qu'il en est de même des sels anhydres; on peut même préparer une infinité de produits différents de même composition provenant de mélanges des deux types isomères. Ce qui fait que la littérature chimique est encombrée de données contradictoires touchant les hydrates de sulfate de manganèse, de sulfate de cuivre et de beaucoup d'autres sels.

On voit aussi que le dihydrate de la série A, par exemple, peut se transformer en monohydrate de la série B, en *dégageant* de la chaleur, bien qu'il perde de l'eau, mais alors le phénomène sera irréversible. A plus forte raison, si l'on opère avec des mélanges d'isomères, on pourra trouver que les molécules d'eau fixées successivement dégagent des quantités de chaleur qui ne décroissent pas régulièrement, ce qui est paradoxal; les résultats de Thomsen, pour cette famille et pour d'autres, n'ont pas d'autre explication possible.

M. Ch. Lallemand fait hommage à l'Académie d'un extrait des *Comptes rendus de l'Association géodésique internationale* (Conférence de Hambourg, septembre 1912), qui contient : les *Rapports généraux sur les travaux du Nivellement général de la France de* 1909 *à* 1912 *inclus* et *sur les nivellements de précision exécutés dans les cinq parties du monde*, ainsi qu'une *Note sur la mesure de la précision des nivellements* et une *Note complémentaire sur l'élasticité du globe terrestre*.

([1]) Déjà M. H. Bolte en a admis l'existence (*Z. phys. Chem.*, t. LXXX, 1912, p. 338).

M. **Émile Yung** fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée : 1814-1914. *Aperçu historique sur l'activité des savants genevois au* XIXe *siècle*.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection de deux membres de la *Commission de vérification des comptes* de l'Exercice 1913.

MM. **H. Deslandres** et **A. Dastre** réunissent la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

Mistress **Caroline-B. Dyson** adresse des remercîments au nom de M. **Dyson**, son mari, élu Correspondant pour la Section d'Astronomie, qui se trouve actuellement en voyage pour l'Australie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *A treatise on differential equations*, par A.-R. Forsyth, 4e édition.

2° Edmond Haraucourt. *Les âges. Daâh, le premier homme.* (Présenté par M. Ed. Perrier.)

3° Ed. Kayser. *Microbiologie agricole*, 3e édition. (Présenté par M. Guignard.)

4° *Les Poissons du bassin du Tchad*, par Jacques Pellegrin. (Présenté par M. Ed. Perrier.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète 1914 c (Neujmin), faites à l'Observatoire de Besançon, avec l'équatorial coudé.* Note de M. P. **Chofardet**, présentée par M. B. Baillaud.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1914.	Temps moyen de Besançon.	ΔR.	ΔP.	Nombre de compar.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Dist. polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	★
Juillet 4..	13h52m35s	+1m55s,14	+ 4′46″,3	12 : 9	17h59m57s,73	9,424	101°43′30″,5	0,861$_n$	a

Positions de l'étoile de comparaison pour 1914,0.

★.	Gr.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Dist. polaire moyenne.	Réduction au jour.	Autorité.
a.........	8,9	17h57m59s,09	+3s,50	101°38′36″,9	+ 7″,3	A.G. Cambridge U. S., 6148

Remarques. — Le 4 juillet, la comète apparaît comme une petite nébuleuse ronde, large au plus de 15″, avec une faible condensation centrale. Cet astre, dont l'éclat global est estimé de 12,5 grandeur, est à la limite de visibilité dans l'équatorial coudé.

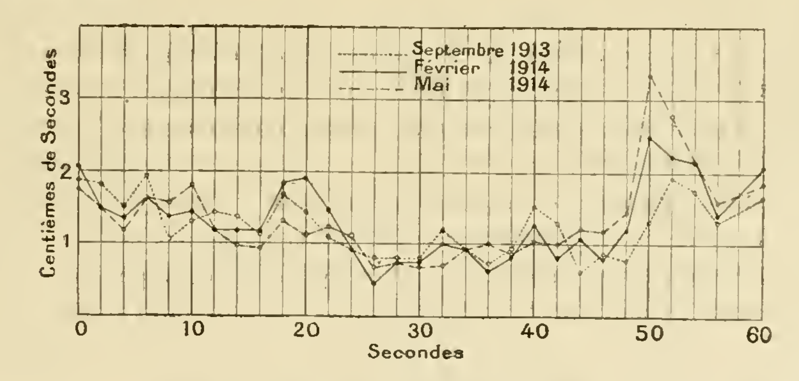
CHRONOMÉTRIE. — *Sur la définition de l'heure marquée par une horloge.* Note de M. G. **Beauvais**, présentée par M. Baillaud.

Une horloge se compose de deux parties principales : un balancier dont les oscillations définissent des temps égaux et un système de rouages qui compte le nombre des oscillations qu'effectue le balancier. Le rouage tourne ainsi d'une façon discontinue et l'on prend généralement comme repère dans le temps l'instant de ce mouvement, soit qu'on écoute le bruit de l'arrêt du rouage, soit que ce rouage ferme ou ouvre un contact électrique.

Pour que cette méthode opératoire soit tout à fait correcte, il est nécessaire que les différents intervalles de temps qui s'écoulent entre deux de ces repères successifs soient égaux comme le sont les durées des oscillations du balancier. Nous nous sommes proposé de vérifier jusqu'à quel point il en est bien ainsi, et nous avons pris comme exemple la pendule Riefler à pression constante et à contact électrique installée dans les catacombes de l'Observatoire de Paris.

L'instrument de mesure que nous avons employé est le chronographe photographique de M. Abraham qui se compose essentiellement d'un léger galvanomètre très sensible, dont le spot inscrit ses déplacements sur un papier photographique se déroulant d'une manière continue pendant qu'un diapason libre muni d'un miroir envoie sur le même papier des éclairs qui repèrent les instants des déplacements du spot.

Les résultats relatifs à cette pendule sont les suivants : une double seconde peut très facilement se trouver trop longue ou trop courte de $\frac{8}{1000}$ de seconde, et certaines (assez rares il est vrai) ont été trouvées trop longues de $\frac{2}{100}$. Ces inégalités provenant très vraisemblablement, en grande partie, de la taille des dents de la roue d'échappement, qui fait un tour par minute, étudions comment se succèdent les différentes secondes pendant ce temps, et traçons une courbe où nous porterons en abscisses les différentes secondes et en ordonnées le retard ou l'avance de la pendule par rapport à l'heure qu'elle aurait dû marquer si ses différentes « secondes » avaient été régulièrement espacées dans le temps. Nous obtenons ainsi les courbes suivantes :



On voit que ces avances ou ces retards sont de plus de $\frac{6}{1000}$ de seconde et que certaines pointes donnent des valeurs encore plus grandes.

Si l'on compare plusieurs courbes obtenues ainsi avec la même pendule, on voit qu'elles ne sont pas superposables; cependant, elles ont en partie même allure; il y a en plus des *accidents* qui empêchent les courbes de coïncider, accidents dont la valeur peut dépasser le demi-centième de seconde, c'est-à-dire qu'ils sont aussi importants que le phénomène périodique lui-même. D'ailleurs, ces accidents sont du même ordre de grandeur, que l'on considère des minutes consécutives ou des minutes séparées par

un intervalle de plusieurs mois, comme dans les courbes que nous donnons ici.

Un premier inconvénient de cette distribution non uniforme des secondes apparaît lorsqu'on veut savoir l'heure prise par rapport à la pendule, à laquelle a eu lieu un phénomène instantané (étincelle radiotélégraphique, par exemple). On ne peut le rapporter à aucune seconde particulière, mais à l'ensemble du plus grand nombre possible de secondes.

Un autre inconvénient apparaît quand on cherche à comparer une pendule à une autre pendule par la méthode des coïncidences; on pourra commettre une erreur égale en valeur absolue à la somme du retard de l'une et de l'avance de l'autre, et dont le signe dépendra du moment où aura eu lieu la coïncidence : on peut ainsi faire une erreur de plus de $\frac{2}{100}$ de seconde.

Pour faire mieux, au lieu de repérer les secondes par le mouvement du rouage qui les compte, repérons-les au moyen du pendule lui-même qui les définit. Un procédé classique consiste à disposer un contact électrique que l'extrémité inférieure du pendule (point où la vitesse est la plus grande) est chargée de rompre au moment du passage par la verticale. M. Leroy, horloger de l'Observatoire, a eu l'obligeance de nous fabriquer un tel contact, dont les ruptures enregistrées au chronographe photographique Abraham se succèdent avec une régularité qui dépasse le $\frac{1}{1000}$ de seconde. On peut faire mieux encore en repérant la position du pendule à l'aide d'un système optique qui envoie sur un papier photographique qui se déroule un éclair bref (d'une durée inférieure à $\frac{1}{1000}$ de seconde) à chaque passage du pendule par la verticale. Un système de diapasons envoie lui aussi une série d'éclairs brefs sur le même papier. On peut ainsi déterminer l'instant du passage du pendule par la verticale avec une précision de $\frac{1}{10000}$ de seconde, et nous avons constaté ainsi que les différentes oscillations du pendule étaient égales entre elles à ce degré de précision.

Il résulte de cette étude qu'actuellement les garde-temps que nous avons étudiés ne permettent de lire l'heure qu'à $\frac{1}{100}$ de seconde *douteux*, mais il en résulte aussi que le mouvement du balancier est, au contraire, *très régulier* et peut commander des signaux électriques avec la précision du $\frac{1}{1000}$ de seconde. Il est donc permis d'espérer que les fabricants réaliseront bientôt des horloges astronomiques de précision dans lesquelles l'erreur accidentelle dans la lecture de l'heure restera inférieure au $\frac{1}{1000}$ de seconde.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries de fonctions et les singularités des équations différentielles.* Note de M. **Georges-J. Rémoundos**, présentée par M. Émile Picard.

1. On sait que, parmi les formes singulières des équations différentielles du premier ordre, il y en a une qui présente un caractère très intéressant : je veux parler de la forme

$$x^2 \frac{dy}{dx} = \lambda y + f(x, y) \qquad (\lambda \neq 0), \tag{1}$$

où $f(x, y)$ désigne une fonction holomorphe des x et y dans le voisinage des $x = 0$ et $y = 0$ et s'annulant pour $x = 0$ et $y = 0$; nous supposons, bien entendu, que $f(x, y)$ ne contient pas de terme de la forme λy. L'équation (1) permet de déterminer une série unique de Maclaurin satisfaisant formellement à l'équation [1]; mais, dans les exemples les plus simples, ce développement est en général divergent.

Si donc nous considérons λ comme paramètre variable, les coefficients de $f(x, y)$ étant donnés et fixes, et si nous désignons par (L) l'ensemble des valeurs de λ pour lesquelles l'équation (1) admette une intégrale holomorphe et nulle en $x = 0$, il y a lieu d'étudier cet ensemble (L).

Dans leurs mémorables *Recherches sur les propriétés des fonctions définies par des équations différentielles* (*Journal de l'École Polytechnique*, Cahier XXXVI, 1856), Briot et Bouquet ont examiné l'équation (1) dans le cas très particulier où $f(x, y)$ ne contient pas du tout la variable y et ils ont démontré que, dans ce cas, l'ensemble (L) coïncide avec l'ensemble des zéros d'une fonction entière.

Dans un travail antérieur [2], nous avons démontré que l'ensemble (L) ne contient aucune valeur réelle et positive dans le cas où tous les coefficients de $f(x, y)$ sont réels et négatifs. Tout récemment, j'ai voulu poursuivre ces recherches pour étudier l'ensemble (L) dans le cas le plus général; j'ai obtenu le théorème suivant :

---

[1] Et répondant aux conditions initiales ($x = 0$, $y = 0$).

[2] *Contribution à la théorie des singularités des équations différentielles du premier ordre* (*Bull. de la Soc. math. de France*, t. XXXVI, 1908).

Théorème. — *Si nous posons*

$$f(x, y) = xA(x) + xA_1(x)y + A_2(x)y^2 + A_3(x)y^3 + \ldots + A_n(x)y^n \ldots,$$

l'ensemble (L) *est dénombrable dans trois cas très généraux, les suivants :*

α'. *Lorsque les fonctions* $\frac{1}{x^2}A_n(x)$ [où $n \geqq 2$] *sont aussi holomorphes dans le voisinage de* $x = 0$;

β'. *Lorsque les fonctions* $A(x)$ *et* $A_2(x)$ *s'annulent pour* $x = 0$;

γ'. *Lorsque nous avons* $A(0) = 0$ *et* $A'(0) = 0$.

2. Pour établir ce théorème, j'ai dû faire d'abord des recherches sur la convergence de quelques suites de fonctions multiformes qui m'ont conduit aux théorèmes suivants, intéressants en eux-mêmes :

Théorème II. — *Envisageons la série*

$$(2) \qquad |P_1(z)|, \quad |\sqrt{P_2(z)}|, \quad |\sqrt[3]{P_3(z)}|, \quad \ldots, \quad |\sqrt[n]{P_n(z)}|, \quad \ldots,$$

où $P_n(z) = A_n(z - a_{n1})(z - a_{n2}) \ldots (z - a_{nn})$ *est un polynome du degré n.*

Si la quantité $|\sqrt[n]{A_n}|$ *ne tend pas vers zéro, lorsque l'indice n croît indéfiniment, les points du plan z, pour lesquels la série* (2) *converge vers zéro, ne sauraient jamais former un ensemble ayant la puissance du continu ; c'est-à-dire : ces points ou bien sont en nombre fini, ou bien forment un ensemble infini* (E) *dénombrable. De plus, il est impossible que la série* (2) *converge uniformément vers zéro en une infinité de points du plan z.*

Théorème III. — *Envisageons la série*

$$(3) \qquad |f_1(z)|, \quad |\sqrt{f_2(z)}|, \quad |\sqrt[3]{f_3(z)}|, \quad \ldots, \quad |\sqrt[n]{f_n(z)}|, \quad \ldots,$$

où $f_n(z) = \varphi_n(z)P_n(z)$ *est le produit d'un polynome* $P_n(z)$ *de degré n par une fonction* $\varphi_n(z)$ *absolument quelconque.*

S'il existe un nombre ε, *tel que l'inégalité*

$$(4) \qquad |\sqrt[n]{\varphi_n(z)}| > \varepsilon$$

soit satisfaite pour une infinité de valeurs de n et pour une infinité (E) *de points du plan z, il est impossible que la série* (3) *converge uniformément vers zéro pour tous les points de l'ensemble* (E). *De plus, il est impossible que la série* (3) *converge vers zéro pour les points d'un ensemble* (C) *continu dans le cas où il existe un nombre positif* ε, *tel que l'inégalité* (4) *soit satisfaite pour tous les points de l'ensemble* (C) *et pour une infinité de valeurs de n.*

L'application du théorème II m'a permis d'établir le théorème I sur les intégrales de l'équation différentielle (1), qui sont holomorphes et s'annulent en $x = 0$.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le champ électromagnétique de Maxwell-Lorentz et le champ de gravitation d'Einstein.* Note de MM. **Th. De Donder** et **O. De Ketelaere**, présentée par M. P. Appell.

1. *Résumé.* — Si l'on considère, dans le vide, le champ électromagnétique de Maxwell-Lorentz [1], et si l'on y associe le champ de gravitation d'Einstein [2], on sait, d'après Bateman [3], que les équations de Maxwell-Lorentz, convenablement généralisées, sont *invariantes* par rapport à *tous* les changements des variables x_1, x_2, x_3 et x_4 (coordonnées et temps). Dans cette Note, nous généralisons la notion des forces mécaniques appliquées à l'électricité, celle du travail effectué par le champ électromagnétique; nous généralisons aussi les théorèmes des quantités de mouvement et de la conservation de l'énergie. Grâce aux invariants intégraux de H. Poincaré, nous avons obtenu ces généralisations sous une forme invariante par rapport à tous les changements des variables x_1, x_2, x_3 et x_4.

2. *Notations.* — Soit la forme intégrale [4] 2-uple

$$I \equiv \underset{ij}{S} M_{ij}\, \delta x_i\, \delta x_j \qquad (i, j = 1, 2, 3, 4),$$

dans laquelle les six fonctions M_{ij} de x_1, x_2, x_3, x_4 (coordonnées et temps) représentent la force électrique et la force magnétique du champ considéré [5].

---

(1) H.-A. Lorentz. *The theory of electrons.* Leipzig, 1909, p. 12.

(2) A. Einstein et M. Grossmann. *Zeitschrift f. Mathematik u. Physik*, Band 62, 1913, Heft 3 (voir p. 229).

(3) Bateman. *London Math. Soc. Proc.*, 8e série, 1910 (voir p. 227 et 250).

(4) Th. De Donder, *Introduction à la théorie des invariants intégraux* [*Bull. de l'Acad. roy. de Belgique* (classe des Sciences), n° 12, 1913, p. 1043-1073]. Dans cet exposé élémentaire et purement analytique, le lecteur trouvera la définition de la différentiation et de la multiplication symboliques.

(5) Dans les notations de M. Lorentz, on aura :

$$M_{12} = d_z, \qquad M_{13} = -d_y, \qquad M_{14} = -ch_x,$$
$$M_{23} = d_x, \qquad M_{24} = -ch_y, \qquad M_{34} = -ch_z.$$

Soit la forme quadratique

$$A \equiv \sum_i \sum_j g_{ij}\,\delta x_i\,\delta x_j \qquad (i, j = 1, 2, 3, 4),$$

dans laquelle les dix fonctions g_{ij} de x_1, x_2, x_3, x_4 sont les *potentiels* du champ de gravitation d'Einstein [1]. Nous désignerons par g la valeur absolue du discriminant de cette forme A.

Soit la forme intégrale 2-uple

$$I^* \equiv \mathop{S}_{ij} M^*_{ij}\,\delta x_i\,\delta x_j \qquad (i, j = 1, 2, 3, 4)$$

qui est la *dualistique* [2] de I par rapport à A, c'est-à-dire qu'on aura [3]

$$g^{\frac{1}{2}} M^{*km} \equiv (-1)^{k+m} \mathop{S}_{\alpha\beta} \text{ mineur algébrique de } \begin{vmatrix} g_{\alpha k} & g_{\beta k} \\ g_{\alpha m} & g_{\beta m} \end{vmatrix} M_{ij}$$

$$(\alpha, \beta = 1, 2, 3, 4),$$

où $M^{*km} \equiv M^*_{ij}$, les indices i, j étant ceux qui restent quand, dans 1, 2, 3, 4, on supprime k et m.

Enfin, soit la forme intégrale 3-uple,

$$\Pi \equiv \rho\,\delta x_1\,\delta x_2\,\delta x_3 - \rho v_{x_1}\,\delta x_2\,\delta x_3\,\delta x_4 - \rho v_{x_2}\,\delta x_3\,\delta x_1\,\delta x_4 - \rho v_{x_3}\,\delta x_1\,\delta x_2\,\delta x_4,$$

où ρ représente la densité de l'électricité et où v_{x_1}, v_{x_2}, v_{x_3} sont les composantes de la vitesse de l'électricité.

3. *Équations généralisées du champ électromagnétique.* — Rappelons que ces équations s'obtiennent en écrivant que

$$DI = \Pi,$$
$$DI^* = 0,$$

où D représente une différentiation symbolique.

---

(1) Dans le champ de gravitation uniforme, on aura

$$A \equiv -\overline{\delta x_1}^2 - \overline{\delta x_2}^2 - \overline{\delta x_3}^2 + c^2\,\overline{\delta x_4}^2,$$

où c représente la vitesse de la lumière dans le vide.

(2) Th. De Donder, *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique* (classe des Sciences), n° 6, 1906.

(3) Dans le champ de gravitation uniforme, on aura

$$M^*_{12} = h_z, \qquad M^*_{13} = -h_y, \qquad M^*_{14} = c d_x,$$
$$M^*_{23} = h_x, \qquad M^*_{24} = c d_y, \qquad M^*_{34} = c d_z.$$

4. *Forces mécaniques et travail généralisés.* — Prenons la différentielle symbolique de I; d'où

$$\mathrm{DI} \equiv \mathop{\mathrm{S}}_{i} \mathrm{M}^{i}\, \partial x_1 \ldots \partial x_{i-1}\, \partial x_{i+1} \ldots \partial x_4 \qquad (i = 1, 2, 3, 4).$$

Prenons la dualistique de DI; d'où

$$(\mathrm{DI})^{\star} \equiv \mathop{\mathrm{S}}_{i} \mathrm{M}_{i}^{\star}\, \partial x_i \qquad (i = 1, 2, 3, 4),$$

en posant

$$g^{\frac{1}{2}} \mathrm{M}_{i}^{\star} \equiv \sum_{k} (-1)^{k} g_{ik} \mathrm{M}^{k} \qquad (k = 1, 2, 3, 4).$$

Effectuons le produit symbolique

$$[(\mathrm{DI})^{\star} \mathrm{I}],$$

et égalons-le à

$$g^{\frac{1}{2}} (\mathrm{F}_1\, \partial x_2\, \partial x_3\, \partial x_4 + \mathrm{F}_2\, \partial x_3\, \partial x_1\, \partial x_4 + \mathrm{F}_3\, \partial x_1\, \partial x_2\, \partial x_4 - \mathrm{F}_4\, \partial x_1\, \partial x_2\, \partial x_3);$$

alors F_1, F_2, F_3 sont les composantes de la force mécanique généralisée et F_4 sera le travail généralisé.

5. *Généralisation des théorèmes des quantités de mouvement et de la conservation de l'énergie.* — Généralisons d'abord l'identité de M. Sommerfeld [1]. Pour cela, formons la forme intégrale 3-uple

$$[(\mathrm{DI})^{\star} \mathrm{I}] + [(\mathrm{DI}^{\star})^{\star} \mathrm{I}^{\star}],$$

et écrivons-la

$$\mathop{\mathrm{S}}_{i} \mathrm{P}^{i}\, \partial x_1 \ldots \partial x_{i-1}\, \partial x_{i+1} \ldots \partial x_4 \qquad (i = 1, 2, 3, 4).$$

Nous trouvons que

$$g^{\frac{5}{2}} \sum_{k} g_{ik} \mathrm{P}^{i} = (-1)^{i} \left(\frac{\partial \mathrm{T}_{i_1}}{\partial x_1} + \frac{\partial \mathrm{T}_{i_2}}{\partial x_2} + \frac{\partial \mathrm{T}_{i_3}}{\partial x_3} + \frac{\partial \mathrm{T}_{i_4}}{\partial x_4} \right) \qquad (i, k = 1, 2, 3, 4),$$

où, par exemple, on a posé :

$$\mathrm{T}_{11} \equiv \frac{g}{2} [(\mathrm{M}_{12} \xi_{12} + \mathrm{M}_{13} \xi_{13} + \mathrm{M}_{14} \xi_{14})^2 + (\mathrm{M}_{12}^{\star} \xi_{12} + \mathrm{M}_{13}^{\star} \xi_{13} + \mathrm{M}_{14}^{+} \xi_{14})^2]$$

$$\begin{aligned} \mathrm{T}_{12} \equiv -g [& (\mathrm{M}_{12} \xi_{13} + \mathrm{M}_{13} \xi_{14} + \mathrm{M}_{14} \xi_{12})(\mathrm{M}_{21} \xi_{23} + \mathrm{M}_{23} \xi_{24} + \mathrm{M}_{24} \xi_{21}) \\ & + (\mathrm{M}_{12}^{\star} \xi_{13} + \mathrm{M}_{13}^{\star} \xi_{14} + \mathrm{M}_{14}^{\star} \xi_{12})(\mathrm{M}_{21}^{\star} \xi_{23} + \mathrm{M}_{23}^{\star} \xi_{24} + \mathrm{M}_{24}^{\star} \xi_{21})], \end{aligned}$$

---

[1] Voir le bel exposé de M. Laue (*Das Relativitätsprinzip;* Braunschweig, 1913, p. 86).

dans ces produits effectués, on remplacera $g\zeta_{ij}\zeta_{km}$ par mineur algébrique de $\begin{vmatrix} g_{ik} & g_{jk} \\ g_{im} & g_{jm} \end{vmatrix}$.

Cette identité généralisée fournit le théorème des quantités de mouvement quand on fait $k = 1, 2, 3$; en prenant $k = 4$, on trouve le théorème de la conservation de l'énergie ou le théorème de Poynting.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Le principe de relativité et l'énergie intra-atomique.* Note de M. **Gustave Le Bon**, présentée par M. H. Deslandres.

Dans une série de recherches, M. Einstein a, mathématiquement, déduit du principe de relativité des conclusions fort voisines de celles auxquelles je suis arrivé jadis et que j'ai formulées de 1900 à 1907 dans une série de Mémoires.

Je ne puis revenir ici sur mes expériences dont quelques-unes montrent la désagrégation de la matière sous l'influence de causes aussi faibles qu'une élévation de température inférieure à 100°. Je me bornerai à rappeler que sir William Ramsay a consacré un important Mémoire à la vérification d'un grand nombre de mes expériences.

Les recherches théoriques d'Einstein étant complètement indépendantes des miennes, il est intéressant de montrer la similitude des conclusions auxquelles nous sommes arrivés par des voies entièrement différentes.

Voici d'abord quelques-unes des conclusions d'Einstein. Je les emprunte à un fascicule tout récemment paru du *Traité de Physique* de Chwolson.

La masse de la matière pondérable peut se transformer en énergie et inversement.

Lorsqu'un corps acquiert ou cède de l'énergie, sa masse change.

L'énergie et la masse sont équivalentes. Toute masse en repos représente une provision colossale d'énergie.

Voici maintenant quelques-unes des conclusions que j'avais formulées dans mon Livre *L'Évolution de la matière* (24e édition) :

« La matière supposée jadis indestructible s'évanouit lentement par la dissociation continuelle des atomes qui la composent.

» La matière est un colossal réservoir d'énergie, d'énergie intra-atomique, qu'elle peut dépenser sans rien emprunter au dehors.

» La force et la matière sont deux formes diverses d'une même chose. La

matière représente une forme relativement stable de l'énergie intra-atomique. La chaleur, la lumière, l'électricité, etc., représentent des formes instables de la même énergie.

» La lumière, l'électricité et la plupart des forces connues résultant de la dématérialisation de la matière, il s'ensuit qu'un corps qui rayonne perd, par le fait seul de ce rayonnement, une partie de sa masse [1]. »

Ce n'est peut-être pas sans raison qu'exposant les conceptions d'Einstein, si voisines des miennes, Chwolson fait remarquer qu'elles « bouleversent de fond en comble les idées premières sur lesquelles reposait jusqu'ici la Physique ».

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Conductibilité calorifique et viscosité des liquides monoatomiques.* Note de M. **Léon Brillouin**, présentée par M. E. Bouty.

I. On se représente l'agitation thermique d'un liquide sous l'aspect suivant : le milieu est traversé en tous sens par des ondes élastiques (sonores) complètement diffusées. Le rayonnement de fréquence $\nu(d\nu)$, dont la direction est contenue dans un angle solide $d\Omega$, a une densité égale à

$$\Delta\,\Phi(\nu)\,d\nu\,d\Omega = \frac{\Delta}{U^3}\,\frac{h\nu^3}{e^{\frac{h\nu}{kT}}-1}\,d\nu\,d\Omega; \tag{1}$$

h et k sont les constantes de la loi de Planck;

U la vitesse du son dans le milieu;

Δ un coefficient de dispersion qui dépend de la structure du milieu, fonction de ν et T, égal à 1 pour les faibles fréquences, et nul pour des fréquences supérieures à la fréquence limite ν_l du milieu [2]. Une hypothèse simple (Debije) consiste à poser $\Delta = 1$ pour $0 < \nu < \nu_l$ et $\Delta = 0$ pour $\nu > \nu_l$.

---

[1] Mes premières conclusions sur la dissociation des atomes ont paru dans la *Revue scientifique* d'avril 1900. Mes diverses expériences et les conclusions que j'en ai tirées ont été développées dans une série de Mémoires publiés dans la même Revue et dont voici les principaux : *La variabilité des espèces chimiques* (1900). *L'Énergie intra-atomique* (1903). *La dématérialisation de la matière* (1904). *La matérialisation de l'énergie* (1904). *Le monde intermédiaire entre la matière et l'éther* (1904). *La dissociation universelle de la matière* (1906). *La vieillesse des atomes et l'évolution cosmique* (1906). *Les actions antagonistes des diverses parties du spectre* (1907).

[2] Cf. Marcel Brillouin, *Ann. de Phys.*, 9e série, 1914, p. 13 et 434. — P. Debije, *Ann. der Phys.*, t. XXXIX, 1912, p. 789.

2. Ces ondes élastiques ont certainement un coefficient d'absorption $\alpha(\nu, T)$. L'équilibre du corps isotherme au repos exige que chaque élément de volume dv émette en une seconde dans un angle solide $d\Omega$ autant d'énergie $E\,dv$ de fréquence ν qu'il en absorbe. On trouve donc

$$E = \alpha(\nu, T)\, U \Delta\, \Phi(\nu)\, d\nu\, d\Omega. \tag{2}$$

J'admettrai que cette expression reste exacte en première approximation, pour des états peu différents de l'état isotherme au repos.

Les causes principales d'absorption des ondes élastiques sont : la viscosité de compression, et la diffusion par suite des fluctuations de densité et de vitesse dues à l'agitation thermique du milieu. Ces deux causes deviennent très faibles à très basse température.

3. Il est facile, dans ces hypothèses, en généralisant un raisonnement déjà indiqué par Debije [1], d'obtenir, pour la conductibilité calorifique du liquide, l'expression

$$K = \frac{4\pi U}{3} \int_0^\infty \frac{1}{\alpha} \frac{\partial \Delta\, \Phi(\nu)}{\partial T}\, d\nu.$$

La conductibilité calorifique devient très grande à très basse température.

4. Pour trouver la viscosité du liquide, il faut tenir compte de quelques effets supplémentaires :

Généralisant des résultats de Lord Rayleigh [2], j'admets que, lorsqu'un élément de volume absorbe (ou émet) du rayonnement sonore dans une certaine direction, il subit une force dirigée dans le sens (ou en sens inverse) de la direction du rayon sonore absorbé (ou émis), et dont l'expression est

$$f = \frac{IC}{U};$$

I = énergie absorbée (ou émise) en 1 seconde, U = vitesse du son, C = coefficient

$$C = \frac{1}{2} + \frac{5}{4} \frac{\dfrac{\partial^2 p}{\partial \rho^2}}{\dfrac{\partial p}{\partial \rho}}$$

(p = pression, ρ = densité).

(1) P. Debije, *Göttinger Vorträge über kinetische Theorie*. B.-G. Teubner, Leipzig, 1914.

(2) Lord Rayleigh, *Sc. Papers*, t. VI, p. 41, 264.

Lorsque les diverses parties du liquide sont en mouvement relatif, la propagation des ondes sonores est altérée. Un rayon sonore qui pénètre dans une couche de liquide animée d'une vitesse $V' - V$ faisant un angle ψ avec la direction du rayon sonore, subit une variation de fréquence et d'intensité

$$\frac{\nu' - \nu}{\nu} = \frac{I' - I}{I} = -\frac{(V' - V)\cos\psi}{U};$$

le rayon est, en outre, dévié, dans le plan passant par le rayon et par la vitesse, d'un angle $\alpha' - \alpha$

$$\alpha' - \alpha = \frac{\sin\psi}{U}(V' - V).$$

Si nous considérons un cône de rayons, l'inégale courbure des divers rayons produit une variation progressive de l'angle solide $d\Omega$.

De ces diverses causes résulte un transport de quantité de mouvement à travers une surface. Ce phénomène, tout à fait équivalent au transport par les molécules de la théorie cinétique des gaz, s'en distingue pourtant beaucoup. Car ici, le rayonnement seul traverse la surface, et suffit à produire la viscosité.

Supposons le liquide animé de vitesses u parallèles à Ox et fonction de z ($u = bz$). On pourra calculer le rayonnement envoyé par toutes les couches de liquide situées au-dessus du plan xy vers une surface dS située dans ce plan, calculer aussi le rayonnement émis à travers dS par les couches inférieures. Cherchons la force exercée, par suite de ces échanges de rayonnement, sur les couches inférieures du liquide, à travers la surface dS. Pour calculer cette force, supposons que nous enlevions tout le liquide inférieur, et que nous le remplacions par une surface absorbant entièrement le rayonnement qui vient des couches supérieures, et émettant suivant la même loi que les couches inférieures. La force exercée sur dS, c'est la force de viscosité, elle est dirigée suivant Ox, et proportionnelle à b. Son calcul donne pour le *coefficient de viscosité de déformation* η du liquide l'expression

$$\eta = \frac{4\pi C}{15 U}\int_0^\infty \Delta\Phi(\nu)\left(\frac{1}{\alpha} + \frac{\nu}{\alpha^2}\frac{\partial\alpha}{\partial\nu}\right)d\nu.$$

On peut aussi calculer la *viscosité de compression* du liquide, en traitant le cas où les vitesses sont parallèles à Oz et fonction linéaire de

Oz $(w = bz)$, et l'on trouve

$$\eta_t = \frac{2\pi C}{15 U}\int_0^\infty \Delta\,\Phi(\nu)\left(\frac{1}{\alpha} + 6\frac{\nu}{\alpha^2}\frac{\partial\alpha}{\partial\nu}\right)d\nu.$$

On sait que pour les gaz, les deux viscosités sont égales.

Ces formules rattachent directement la viscosité des liquides à l'agitation de rayonnement thermique Φ et au coefficient d'absorption α qui résulte lui-même des fluctuations dues à cette même agitation.

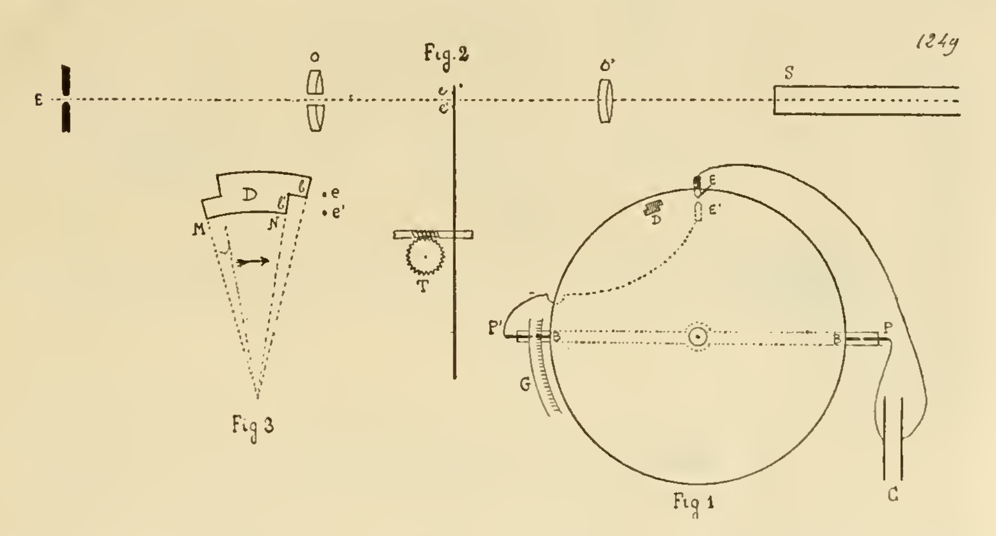
SPECTROSCOPIE. — *Sur un nouveau procédé d'étude du spectre de l'étincelle électrique.* Note de M. C. DE WATTEVILLE, présentée par M. Lippmann.

On sait, en particulier depuis les beaux travaux de M. Hemsalech, que lorsqu'une étincelle électrique éclate entre deux conducteurs, le trait de feu, phénomène initial, est suivi d'un dégagement de vapeur métallique qui constitue l'auréole, et qui reste lumineuse pendant un temps appréciable, puisque son refroidissement ne peut être instantané. Je me suis proposé d'examiner l'auréole, abstraction faite du trait de feu, et d'en observer le spectre plus ou moins longtemps après le passage de l'étincelle. Le dispositif que j'ai adopté permet de se placer dans des conditions où la vapeur métallique est, en outre, soustraite à l'action du courant qui lui a donné naissance : on se trouve, par suite, en face d'un simple refroidissement progressif de cette vapeur. L'étude des spectres successivement émis par l'auréole présente un certain intérêt, puisqu'elle permettra d'essayer de les comparer à ceux qui sont fournis par les diverses flammes, et à ceux qu'a obtenus M. King dans son four, où il a cherché à faire prédominer des actions purement thermiques. Il sera possible de comparer aussi les spectres donnés par l'auréole à ceux des divers corps célestes dont le refroidissement progressif joue un rôle important pour expliquer la variété de leur émission lumineuse.

L'appareil dont je me suis servi dérive de celui que j'ai décrit antérieurement pour l'étude de la phosphorescence ([1]); il a été modifié de la façon suivante :

([1]) *Comptes rendus*, 14 mai 1906.

Un disque mobile d'aluminium A (*fig.* 1) porte, à sa périphérie, deux pointes métalliques B qui peuvent passer à une très petite distance des deux autres pointes P et P′ portées par les extrémités d'une tige isolante. D'un condensateur de grande capacité (alimenté par un transformateur du modèle de M. Hemsalech, et construit comme le présent appareil par MM. Pellin), l'une des armatures est reliée à la pointe P, tandis que l'autre est en communication avec l'une des électrodes E entre lesquelles éclate l'étincelle étudiée. La seconde de ces électrodes est réunie à P′. Lorsqu'au cours de la rotation du disque les pointes se trouvent en regard, deux petites étincelles peuvent éclater entre elles, et ferment ainsi le circuit de décharge du condensateur, ce qui détermine, derrière le disque, le passage de l'étincelle principale. Une ouverture D laisse apercevoir, aussitôt après le commencement



du phénomène, la lumière qui continue à être émise entre les électrodes. Le moment auquel s'effectue l'observation est déterminé par le déplacement angulaire que peuvent subir, autour du centre de l'appareil, les deux points fixes. Quant à la durée de l'observation, elle dépend de la longueur qu'on donne à l'ouverture D pratiquée dans le disque. Il est, de plus, possible d'enregistrer sur la même plaque deux spectres correspondant chacun à des périodes différentes d'observation.

Si, en effet, devant l'étincelle E (*fig.* 2), on place les deux moitiés, séparées l'une de l'autre, d'une lentille achromatique O, coupée selon un de ses diamètres, on obtient, sur un plan du disque A, deux petites images e et e' de l'étincelle, identiques entre elles à tous les points de vue. Un second objectif O′ permet de projeter, à la fois, sur la fente du spectroscope, ces deux images, et celle des bords de l'ouverture D qui a la forme indiquée par la figure 3. Elle est limitée par des rayons et des arcs ayant pour centre celui du disque. Si les choses sont disposées de telle sorte que les images e et e' se fassent respectivement au niveau du centre des bords b et b', le mouvement ayant lieu dans le sens de la flèche, l'image e est constamment vue un même temps très court avant e', et dont dépend seule la différence que présentent les

deux spectres enregistrés sur la même plaque : c'est celui que met le disque pour décrire l'arc MN.

La mesure du temps se fait en comptant les tours faits par le disque en une minute, au moyen d'une roue T tangente à l'axe du disque, démultipliée dans le rapport de 1 à 100 par rapport à cet axe, et en mesurant l'angle dont doit tourner le disque entre l'éclatement de l'étincelle et son observation : il est donné par une simple lecture sur une échelle graduée G, ayant pour centre celui de l'appareil, et au voisinage de laquelle viennent passer les pointes.

La vitesse du disque, malgré son diamètre de 13^{cm}, atteint sans inconvénient 4000 tours à la minute, ce qui permet d'observer l'étincelle $\frac{1}{8000}$ de seconde après qu'elle a jailli, car, dans ces conditions, la petite image de l'étincelle se forme, sur le disque, à 1^{cm} environ du bord de l'ouverture, distance suffisante pour que le phénomène initial soit complètement masqué.

On remarquera l'analogie de ce mode d'enregistrement des variations spectrales d'une même étincelle, avec la méthode qui m'a permis de décrire, le premier, les changements qu'on observe dans le spectre d'un arc alternatif ([1]).

PHYSIQUE. — *Le microradiographe.* Note de M. G. Brañas, présentée par M. Appell.

Cet appareil constitue un nouveau système de réception et d'enregistrement des signaux radiotélégraphiques par un appareil Morse.

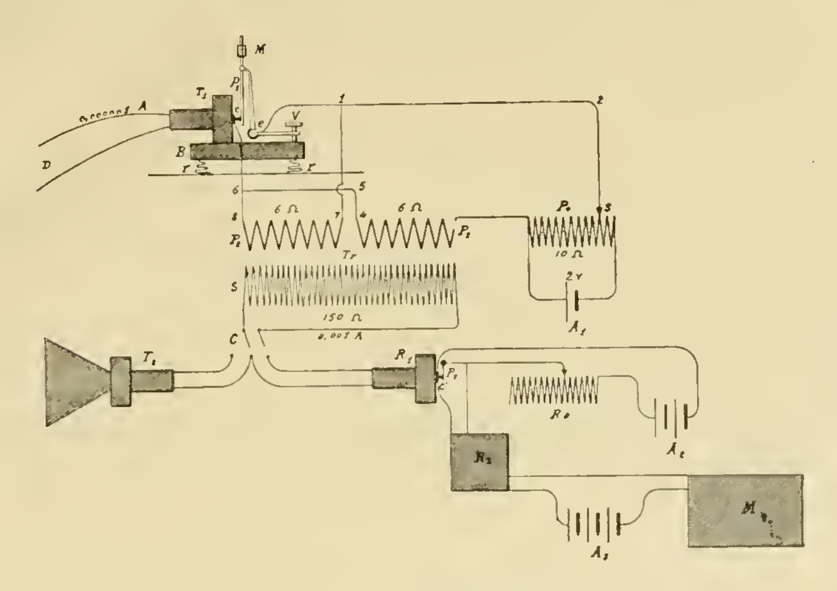
On peut y considérer deux parties séparées : l'*amplificateur* et les *relais*. L'amplificateur comprend un contact à résistance variable, un transformateur à circuit magnétique ouvert et un potentiomètre.

Le contact de résistance variable *c* est établi entre deux pièces en platine; l'une d'elles est attachée à la plaque vibrante du téléphone T_1 et l'autre fait corps avec le pendule P_1. La période de celui-ci et la pression du contact sont réglées par la masse M, qui peut être déplacée, et par la vis V, respectivement.

Cet appareil est monté sur un bloc B, soutenu par les ressorts *r*, pour l'isoler des vibrations de son support et, en outre, il peut être enfermé dans une caisse pour le soustraire à l'action des ondes sonores.

([1]) Voir *Comptes rendus*, 22 février 1904.

L'enroulement primaire du transformateur est divisé en deux parties égales P_1 et P_2. La partie P_2 est montée en dérivation sur le contact c, de sorte que le courant part du potentiomètre P_0, se rend à travers la moitié du primaire P_1 au point 6, où il se



bifurque, pour aller, en passant en partie par l'enroulement P_2 et en partie par le contact c, au point 1 et de là au potentiomètre. Le sens du courant change donc d'une moitié du primaire à l'autre. Le commutateur C permet d'envoyer le courant de l'enroulement secondaire, soit au téléphone haut parleur T_2, soit au relais R_1.

Ce dernier est constitué par un contact c', analogue en tout au contact c, qui est monté en dérivation avec un relais ordinaire R_2, lequel se trouve nécessairement en court circuit pendant que le contact c' n'est pas coupé. Dès que ce contact est interrompu, le relais R_2 fonctionne et fait marcher le Morse M.

On pourrait aussi, en disposant d'un Morse suffisamment sensible, lui appliquer directement le relais 1, ce qui simplifierait considérablement le système.

Fonctionnement. — Les courants très faibles (de l'ordre de 1 microampère), qui arrivent du détecteur par les conducteurs D, font vibrer la plaque du téléphone T_1 et provoquent des variations dans la pression des deux pièces de platine C. Ce contact métallique est beaucoup plus sensible que les contacts en charbon généralement employés, et les moindres variations de pression produisent des altérations considérables dans l'intensité des courants qui circulent dans les primaires P_1 et P_2. L'intensité diminue dans l'un des primaires en même temps qu'elle augmente dans l'autre; mais comme en même temps le sens de la circulation du courant varie d'un de ces enroulements à l'autre, leurs effets d'induction sur le secondaire S sont de même signe et s'accumulent.

Lorsque les vibrations de la plaque sont assez énergiques pour rompre le contact en c, le circuit est coupé brusquement en ce point, mais la décharge disruptive d'extra-courant, qui pourrait être nuisible, ne se produit pas, parce que l'enroulement P_2 fait l'office d'un shunt. Ceci suffit, je pense, pour expliquer le bon rendement du système et aussi la constance et la régularité de son fonctionnement.

Résultats. — Les essais ont été vérifiés d'abord au Laboratoire d'Automatique (Madrid) en utilisant une station de réception avec une antenne de 30^m de hauteur qui m'a permis d'étudier et de mettre au point le système, et ensuite dans la Station militaire de Carabanchel (près de Madrid) qui possède une antenne de 100^m de haut.

Dans ces deux stations j'ai pu, depuis le mois d'avril dernier, enregistrer des radiogrammes de la Tour Eiffel, de Poldhu, de Nordeich et même quelques signaux de Cliden. La réception était naturellement plus facile dans la station de Carabanchel où j'ai réussi à inscrire des séries de dépêches des stations précisées, sans aucune interruption.

PHYSIQUE. — *Sur la persistance des courants électriques sans force électromotrice dans les superconducteurs.* Note [1] de M. **H. Kamerlingh Onnes**, présentée par M. d'Arsonval.

Le temps de persistance d'un courant une fois établi dans un circuit et abandonné à lui-même sans force électromotrice est extrêmement court pour les cas ordinaires; pour les circuits superconducteurs il peut devenir si grand que le courant devient pratiquement permanent. C'est ce qui résulte d'un calcul basé sur des données auxquelles a conduit l'étude des superconducteurs. Je viens de confirmer ce résultat par quelques expériences qui, de leur côté, peuvent conduire aux données dont nous venons de parler par une voie indépendante. Rappelons ce qui a été trouvé quant aux propriétés des superconducteurs.

En étudiant la résistance des métaux aux températures qu'on peut obtenir avec l'hélium liquide, j'étais arrivé à prévoir que celle du mercure serait encore facile à mesurer à 4°,25 K, mais diminuerait ensuite de manière à devenir négligeable à 2° K. L'expérience avait vérifié cette prévision quant aux températures extrêmes, mais en même temps fait connaître le fait inattendu que la résistance disparaît d'une manière brusque. Le mercure

[1] Présentée à la séance du 29 juin 1914.

à $4^{\circ},19$ K, *température de chute*, passe d'une manière discontinue dans un nouvel état caractérisé par une extrême mobilité de l'électricité. Il y a tout lieu d'appeler cet état, dans lequel on peut maintenir des courants dans un conducteur sans force électromotrice appréciable, *l'état supraconducteur*. Dans un fil mince de mercure long d'un mètre à $1^{\circ},7$ K, j'ai pu faire passer un courant d'une densité de près de 1000 amp : mm^2 sans qu'on aperçût une différence de potentiel aux deux extrémités (limite de précision $0,03.10^{-6}$ volt) et sans que par conséquent il s'y développât trace de chaleur.

En divisant la différence de potentiel limite par le courant on arrive à la limite supérieure de ce que j'appelle provisoirement la *résistance microrésiduelle* du superconducteur.

Pour le fil dont je viens de parler, elle est de l'ordre du *milliardième* de sa résistance à la température ordinaire. L'état de superconductivité d'un conducteur n'est pas seulement limité par la température, la densité du courant intervient aussi. Pour chaque température, il y a une *densité de seuil* (différente probablement pour les différents conducteurs), au-dessous de laquelle il n'y a aucune différence de potentiel appréciable. Au-dessus de cette densité, comme il résulte d'une analyse pénible, il se développe quelque part une résistance de la même nature que celle qui naît aussitôt qu'on dépasse la température de chute et que je nomme *résistance ordinaire*.

Cette résistance ordinaire, extrêmement faible d'abord, donne lieu à la première apparition de différences de potentiel. L'augmentation de température par la chaleur Joule qui s'y dégage envahit bientôt tout le conducteur de sorte que les différences de potentiel aux deux bouts, aussitôt qu'elles ont fait leur apparition, croissent extrêmement vite avec l'augmentation ultérieure du courant.

La densité de seuil est très petite à des températures peu au-dessous de la température de chute, mais elle devient très considérable lorsqu'on travaille à des températures notablement inférieures, de sorte qu'on peut charger à ces températures-ci un circuit d'un courant assez fort sans qu'il perde son caractère de superconductivité. Ces circuits se rapprochent des circuits sans résistance que Weber a introduits dans l'explication du diamagnétisme. Avec eux, on peut explorer le vaste champ d'expériences auxquelles on est conduit, en posant dans les équations de l'Électrodynamique la résistance infiniment petite, ou bien en admettant que le libre parcours des électrons est de l'ordre de 1^m. Mais avec le mercure, la réalisation des appareils pour ces expériences est difficile. Il est donc de grande importance que l'étain et le plomb aussi passent, comme cela fut trouvé plus tard, dans

l'état superconducteur. La température de chute de l'étain est 3°,8K, celle du plomb probablement 6°K.

Pour étudier l'application des superconducteurs à la réalisation de champs intenses, problème dont la grande difficulté réside dans le dégagement de la chaleur Joule dans un espace très restreint, j'ai construit une bobine de 1000 tours de fil de plomb de $\frac{1}{10}$ de millimètre carré de section enroulés dans une épaisseur de 1^{cm} sur une longueur de 1^{cm}. Un courant de près de 0,8 ampère a passé dans cette bobine sans avoir eu besoin de force électromotrice pour être maintenu. Il n'y avait donc aucun développement mesurable de chaleur Joule. J'en avais d'abord conclu provisoirement à la possibilité de construire un électro-aimant sans fer, d'après Perrin, de modestes dimensions, qui donnerait un champ de 100000 gauss sans développer aucune chaleur Joule. Mais voilà que l'étude poursuivie a fait connaître une nouvelle propriété hautement intéressante des superconducteurs qui rend impossible cette application. Le champ, inactif encore aux valeurs qui étaient atteintes dans notre bobine, aussitôt qu'on surpasse un certain *seuil de champ* (1 kilogauss pour le plomb à 1°,8K) développe assez brusquement de la résistance ordinaire dans le superconducteur, donnant lieu à un développement de chaleur magnétojoule. Ce seuil de champ augmente lorsqu'on descend plus bas au-dessous de la température de chute. Il importe donc, aussitôt qu'il est question d'expériences, dans lesquelles le conducteur est exposé à un champ (extérieur ou propre), de rester au-dessous du seuil de champ.

Retournons à notre bobine de fil de plomb à 1°, 8 K. C'est d'elle que je me suis servi aussi pour démontrer la persistance de courants sans force électromotrice dans les superconducteurs. Son coefficient de self-induction est 10^7 C. G. S., avec un courant de 0,6 ampère (on ne peut pas aller au-dessus de 0,8 ampère que nous avons trouvé plus haut comme intensité de seuil), son énergie électrocinétique est donc assez considérable pour n'être épuisée que lentement aussi longtemps qu'on introduit pas dans le circuit, pour le fermer sur lui-même, une résistance ordinaire qui, même lorsqu'elle serait très petite, l'absorberait en peu de temps. Le flux total de la bobine dans un champ de 200 gauss, bien inférieur au champ de seuil déterminé plus haut, est $0,6.10^6$ C.G.S. et suffit pour établir un courant de 0,6 ampère par induction.

Les deux bouts du circuit ont donc été soudés ensemble avec la flamme oxyhydrique, ce qui, d'après des expériences antérieures, assure un joint superconducteur. La résistance microrésiduelle de la bobine était trouvée inférieure *au vingt-milliardième* de sa résistance à la température ordinaire

(736 ohms). Le temps de persistance calculé avec ces données et en négligeant le joint se chiffre donc par jours.

L'expérience a vérifié ce calcul. La bobine, enfermée dans le cryostat dans la position appropriée, était refroidie dans le champ de 200 gauss de 0° C. à 1°,8 K. Dans le circuit superconducteur sans courant obtenu de cette manière, un courant, donnant un moment de signe paramagnétique, s'est développé lorsque le champ a été éloigné. L'aiguille d'une petite boussole posée près de l'appareil cryostatique a montré une forte déviation changeant de sens lorsque la bobine a été tournée autour d'un axe vertical et n'a plus bougé depuis. La bobine imitait un aimant permanent, ou plutôt un courant moléculaire d'Ampère. Le moment mesuré en compensant son action sur la boussole, avec une bobine à courant connu dans plusieurs expériences, a indiqué un courant de 0,4 à 0,6 ampère dans la bobine superconductrice persistant pendant des heures. La précision des mesures dans ces conditions extraordinaires n'était pas grande. Elle n'a pas permis de mesurer un affaiblissement. On a pu seulement indiquer une limite supérieure pour celui-ci. Une diminution a du reste été trouvée seulement au commencement d'une expérience et une autre fois en rapport avec un retour à une température supérieure. Faisant abstraction de ces cas, comme d'autres particularités, qui aussi demandent une élucidation ultérieure, on peut dire provisoirement que l'affaiblissement ne surpasse pas 1 *pour* 100 *par heure*. En retirant la bobine de l'hélium liquide, de sorte qu'elle se réchauffât jusqu'au-dessus de la température de chute du plomb, le phénomène a disparu aussitôt.

Des expériences de contrôle ont été faites en plaçant le plan des tours de la bobine parallèle au champ. Elles ont donné, contrairement à ce qui était attendu, un effet, mais il n'a été qu'un huitième environ de l'effet principal et a été sensiblement retrouvé lorsque les expériences ont été répétées avec le circuit de la bobine ouvert.

On a encore opéré de la manière suivante avec la bobine dans la première position et toujours refroidie. Un champ plus petit que le seuil du champ a été appliqué, puis après quelque temps, on a retiré le champ. Le courant de signe diamagnétique résultant de la première opération a été détruit par celui résultant de la seconde. On a trouvé un reste insignifiant. Puis un champ pouvant exciter deux fois le courant de seuil a été appliqué et retiré après quelque temps. Le courant de signe diamagnétique de la première opération n'a pu persister qu'après que son intensité avait diminué jusqu'à celle du courant de seuil. La seconde opération, après avoir annulé le premier courant persistant, a donné, par la disparition de la moitié du champ

qui restait alors, un courant de signe paramagnétique égal environ à celui qui était obtenu dans l'expérience que nous avons décrite d'abord. Un champ très fort, appliqué de la même manière, a donné le même résultat.

Tout cela s'accorde à ne laisser aucun doute sur ce que nous avons déduit des propriétés trouvées pour les superconducteurs. Mais il était intéressant d'arriver à conclure à la superconductivité du plomb refroidi dans l'hélium d'une manière indépendante de nos considérations en prouvant que la cause du moment magnétique de notre bobine est bien un courant qui y circule. A cet effet, on a attaché deux fils réunis à un galvanomètre balistique à gauche et à droite de la soudure du circuit et tout près de celle-ci. On a établi le courant dans la bobine comme dans la première expérience et, ayant mis la boussole en place, constaté que la bobine avait un moment persistant, puis, en coupant la soudure, on a vu un courant se déverser dans le circuit du galvanomètre (dans lequel il s'est éteint instantanément) en même temps que l'aiguille de la boussole retombait à la déviation correspondante au même reste de moment, qu'on avait trouvé lorsqu'on avait fait l'expérience avec le circuit de la bobine ouvert.

C'est donc bien l'image du mécanisme sans frottement que Maxwell a inventé, complété aujourd'hui par la conception des électrons qui s'impose à nous d'une manière bien vive dans ces expériences. Les électrons continuent à circuler sans force électromotrice et les roues douées d'inertie qui, dans l'image de Maxwell, tournent dans l'éther, continuent indéfiniment à tourner. La moindre résistance ordinaire introduite dans ce mécanisme l'arrête bien vite.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une méthode de mesure directe de la durée de propagation des ondes de T. S. F. à la surface du Globe.* Note de MM. **H. Abraham**, **A. Dufour** et **G. Ferrié**, transmise par M. J. Violle.

Les expériences dont nous venons rendre compte ont été entreprises sous les auspices du Bureau des Longitudes, grâce à une subvention que l'Académie avait bien voulu nous accorder sur le Fonds Bonaparte, puis continuées au cours des travaux de la mission franco-américaine pour la détermination de la différence de longitude entre Paris et Washington.

Méthode. — La méthode employée dérive de celle qui, dès 1911, avait permis à MM. Claude, Driencourt et Ferrié d'établir, entre Paris et Bizerte, que les signaux de T. S. F. se propagent avec une vitesse comparable à celle de la lumière. Cette méthode est en somme la méthode des coups réci-

proques, utilisée autrefois pour la mesure de la vitesse du son, mais adaptée à la T. S. F.

Une station A_1 émet un premier signal, auquel une autre station A_2 répond par un second signal. On note, en A_1, le temps T_1 qui s'écoule entre le départ du premier signal et le retour du second, et l'on note de même, en A_2, le temps T_2 écoulé entre la réception et l'émission de ces mêmes signaux. Il est clair que T_1 doit être plus grand que T_2 et que $T_1 - T_2$ représente la durée du trajet aller et retour entre A_1 et A_2.

Nous avons déterminé graphiquement les époques d'émission et de réception des signaux en utilisant des microgalvanomètres photographiques, décrits antérieurement par l'un de nous, qui enregistraient le courant redressé fourni par un détecteur à galène.

Au moment du passage du train d'ondes, le galvanomètre reçoit une percussion qui se traduit par un angle vif sur le tracé photographique : c'est l'instant de cette percussion qu'il faut repérer. A cet effet, sur la bande de papier sensible, qui ne cesse de se dérouler, on photographie l'image d'une fente fixe, illuminée par éclairs instantanés à chaque oscillation d'un diapason *sans* entretien électrique. Outre le tracé galvanométrique, on inscrit ainsi sur le papier photographique une série de traits transversaux correspondant à des époques définies, entre lesquelles l'interpolation est facile [1].

Soient n_1 et n_2 les nombres de vibrations correspondant aux intervalles de temps T_1 et T_2 qui séparent les signaux inscrits dans l'une et l'autre station. Soient a_1 et a_2 les durées de vibration des deux diapasons. La durée du trajet aller et retour entre A_1 et A_2 est

$$t = T_1 - T_2 = n_1 a_1 - n_2 a_2 = a_1(n_1 - n_2 a_2/a_1).$$

On voit qu'il n'est pas nécessaire de mesurer les valeurs absolues des deux périodes a_1 et a_2; il suffit de connaître l'une d'elles avec une précision modérée, ce qui ne présente aucune difficulté, et de mesurer, mais cette fois-ci avec une extrême précision, le *rapport* des périodes qui figure dans la différence de deux nombres très voisins.

Ce rapport des périodes des diapasons est déterminé à distance, par T. S. F., au cours même de l'expérience, en envoyant, de la station A_1, un troisième signal qui s'inscrit dans les deux stations. Il est permis d'admettre que le temps qui sépare les deux émissions de signaux faites par A_1 est égal à l'intervalle de temps qui sépare leurs réceptions en A_2. Le rapport des périodes des deux diapasons est alors égal au

---

[1] Pour les expériences à courte distance (Toul-Paris), en plus des vibrations du diapason étalon donnant les centièmes de seconde, nous inscrivions les vibrations plus rapides d'un diapason à entretien électrique, qui n'était utilisé que pour l'interpolation.

rapport des nombres de vibrations correspondants. A titre de contrôle, et pour éliminer l'influence d'une très petite variation possible dans le rapport des périodes des diapasons, on fait émettre un dernier signal par la seconde station et l'on fait ainsi une nouvelle mesure. Cette variation du rapport des périodes est peu importante quand on n'exagère pas les amplitudes. Ainsi, par exemple, dans une expérience (Toul-Paris), à dix secondes d'intervalle, nous trouvons comme valeurs successives du rapport des périodes des diapasons : 0,6571972 et 0,6571955.

Causes d'erreur. — La précision de nos mesures est nécessairement limitée par l'incertitude des pointés micrométriques et par les irrégularités du mouvement du papier photographique. En prenant la moyenne de quelques inscriptions, on peut atteindre à peu près le $\frac{1}{100\,000}$ de seconde, quand les signaux sont puissants, comme ceux des émissions dites à étincelles rares. Moyennant une modification peu importante des montages, cette précision du $\frac{1}{100\,000}$ de seconde pourra ultérieurement être atteinte en toute certitude.

Avec les émissions musicales, au contraire, et quand on est vers la limite des portées des postes, comme dans nos expériences entre Paris et Washington, on ne peut pas toujours être sûr de reconnaître l'inscription de la première des étincelles très rapprochées qui constituent le signal, et cela peut causer des erreurs accidentelles atteignant l'intervalle de deux étincelles.

Il peut y avoir, en outre, une faible erreur systématique qui n'interviendrait de façon appréciable que dans les mesures faites à très courte distance. Pour des expériences plus précises, il conviendra d'utiliser quatre antennes, dont deux servant pour l'émission des signaux et deux pour leur réception. Nous n'avons pas encore eu la possibilité de réaliser un tel montage.

Expériences. — Trois séries d'essais ont été faites : d'abord entre Paris et Toulon (juin 1913), puis entre Paris et Toul (juillet 1913), enfin, avec l'aimable collaboration de M. Beauvais, entre Paris et Washington (janvier 1914). Nous tenons à exprimer ici tous nos remerciements au Gouvernement américain, ainsi qu'aux Départements de la Guerre et de la Marine, pour toutes les facilités qui nous ont été accordées.

Les résultats de ces expériences sont résumés dans le Tableau ci-dessous :

Durée de propagation (aller simple) des ondes de T. S. F.

	s	Observations [1].
Paris-Washington...	0,021.22	Étincelles musicales à 1000 périodes; grande distance, presque à la limite de portée.
Paris-Toulon........	0,002.37	Étincelles rares; moyenne distance.
Paris-Toul.........	0,000.97	Étincelles rares; courte distance.

[1] Les distances des stations ont été obligeamment calculées par le Service géographique de l'Armée et par le Service hydrographique de la Marine.

Si l'on cherche maintenant à déduire de ces nombres une valeur approchée de la vitesse des ondes, il convient de tenir compte surtout des expériences faites sur une assez grande distance, dans lesquelles n'intervient pas sensiblement l'erreur systématique que les expériences Paris-Toul ont révélée et dont nous poursuivons l'étude. La valeur qui paraît s'accorder le mieux avec l'ensemble des résultats est d'*environ* 296000^{km} *par seconde*.

En résumé, il résulte de ces expériences préliminaires : 1° que la méthode chronographique que nous venons d'utiliser permet actuellement de mesurer un intervalle de temps avec une précision absolue qui peut atteindre $\frac{1}{100\,000}$ de seconde; 2° que les ondes de T. S. F. se propageraient le long de la surface du Globe avec une vitesse apparente légèrement inférieure à la vitesse de la lumière.

ÉLECTRICITÉ. — *Influence du tellure sur la sensibilité du sélénium à la lumière.* Note de M. **Abonnenc**, transmise par M. J. Violle.

La cellule de sélénium est obtenue en fondant le sélénium sur la tranche d'une lame de mica de 3^{cm} de long et de 2^{mm} à 3^{mm} d'épaisseur serrée entre deux électrodes métalliques ou en graphite pur. Après refroidissement brusque du sélénium fondu, on chauffe la cellule dans une étuve pendant 5 heures à la température de 200°-210° C. et on laisse refroidir très lentement.

Le sélénium employé à la confection des cellules est du sélénium du commerce que j'ai débarrassé du tellure par le procédé Divers et Shimosé ([1]), qui consiste à dissoudre le sélénium dans l'acide sulfurique bouillant et à précipiter le sélénium de la liqueur étendue par du gaz sulfureux pur. Cette opération a été répétée plusieurs fois.

Le sélénium a été ensuite traité par le procédé Hugot ([2]), lequel consiste à dissoudre le sélénium dans l'acide azotique, évaporer à sec et sublimer l'anhydride sélénieux obtenu. Cet anhydride est dissous dans l'eau et l'on précipite les traces d'acide sulfurique avec de l'eau de baryte. Après filtration et addition d'acide chlorhydrique, la liqueur est réduite par le gaz sulfureux.

A ce sélénium ainsi purifié j'ai incorporé des quantités variables et connues de tellure et j'ai étudié la sensibilité des cellules obtenues soumises à l'action des radiations de longueur d'onde variable. La cellule est enfermée dans une caisse noircie intérieurement; l'air en est desséché avec du chlorure de calcium. La lumière venant de la source traverse un écran

([1]) *Chem. News*, t. LI, 1885, p. 99.

([2]) *Ann. Chem. Phys.*, t. XXI, 1900, p. 34.

coloré placé devant l'obturateur; cet écran laisse passer une lumière sensiblement monochromatique. Je disposais d'une série d'écrans comprenant tout le spectre.

Les nombres obtenus montrent que la sensibilité relative pour les différentes radiations varie assez rapidement avec le pour 100 de tellure que renferme le sélénium, c'est-à-dire que le maximum de sensibilité se déplace dans le spectre lorsqu'on incorpore des quantités variables de tellure.

Des Tableaux que j'ai dressés, j'extrais comme étant caractéristiques à ce point de vue les résultats relatifs à une série d'expériences faites avec une lampe Carcel placée à 30cm devant l'obturateur. La cellule 0 est faite avec du sélénium purifié, les cellules 1, 3, 4, 5, 7 avec ce même sélénium auquel j'ai incorporé respectivement 1, 3, 4, 5 et 7 pour 100 de tellure.

Les électrodes sont en graphite pur.

	Cellules.					
	0.	1.	3.	4.	5.	7.
Obscurité	8,2	9	8,5	8,2	8	8,3
Lumière blanche	45	37	32,3	29,5	25	23,2
Lumière rouge	14,7	22,4	19,5	18,0	16,8	15,1
Lumière verte	22,3	22,8	15,5	13,4	11,9	10,2

Les nombres inscrits dans ce Tableau représentent les inverses des résistances des cellules, ces résistances étant exprimées en mégohms.

Il résulte de ces nombres que, pour la lumière employée, la cellule 0 est plus sensible aux radiations vertes qu'aux rouges : pour la cellule 1 les ordres de sensibilité sont à peu près les mêmes, puis la sensibilité pour les rayons rouges devient plus grande que pour les rayons verts. A partir d'une proportion d'environ 3 pour 100 de tellure, le rapport des sensibilités reste le même aux erreurs d'expérience près.

On voit en outre que la sensibilité en lumière blanche diminue, de même qu'en lumière verte; la sensibilité de la cellule éclairée par de la lumière rouge passe par un maximum. Il serait intéressant, en purifiant plus parfaitement le sélénium, de rechercher s'il existe un maximum pour toutes les radiations.

Au sélénium purifié et au sélénium renfermant les proportions indiquées de tellure, j'ai, d'autre part, incorporé des quantités variables de divers séléniures (fer, cuivre). J'ai pu constater que l'introduction de ces corps ne modifie pas sensiblement les sensibilités relatives des cellules pour les différentes radiations.

Je suis arrivé à un résultat analogue en fabriquant des cellules avec du sélénium additionné de tellure, les électrodes étant non plus en graphite, mais en cuivre, aluminium, fer, zinc.

La courbe de sensibilité semble donc ne dépendre que du pour 100 de tellure que renferme le sélénium. Ce tellure joue probablement par rapport au sélénium le rôle du phosphorogène par rapport aux corps phosphorescents.

Quoi qu'il en soit, le résultat précédent explique les divergences entre les divers expérimentateurs relativement à la position du maximum de sensibilité dans le spectre. Il est en désaccord avec le résultat énoncé par Riess [1], à savoir que la variation de la longueur d'onde n'a pas d'influence sur la sensibilité du sélénium.

PHYSIQUE. — *Systèmes de dioptres de révolution autour d'un même axe.* Note de M. **Bouloucн**, présentée par M. E. Bouty.

Dans les Notes antérieures nous n'avons envisagé que les systèmes de dioptres *sphériques* centrés; mais il est aisé de voir que les remarques et propositions énoncées, pour ce cas particulier, doivent également convenir, en général, lorsque les méridiennes sont des courbes quelconques.

En effet, les propriétés étudiées résultent uniquement des deux remarques suivantes :

1° Les focales sagittales de l'espace-objet et de l'espace-image de l'un des dioptres forment, sur le rayon incident et sur le rayon réfracté, deux divisions homologiques par rapport au centre du dioptre.

2° Les focales tangentielles forment, sur deux rayons conjugués, deux divisions homographiques; la relation homographique correspondante résulte de l'application du théorème de Fermat à un système de quatre focales-objet, deux à deux infiniment voisines, et aux quatre focales-image correspondantes.

La deuxième remarque, comme je l'ai déjà fait observer, vaut, quelle que soit la forme de la méridienne; quant à la première, elle ne doit être modifiée qu'en ce que le centre d'homologie, dans le cas d'une méridienne quelconque, est le point où la normale au point d'incidence rencontre l'axe.

Remarquons qu'une focale sagittale quelconque φ doit se trouver dans la section principale qui contient le point-objet origine du pinceau; sur cette focale s'appuie un faisceau très délié qui admet cette section principale pour plan de symétrie; les points d'incidence sur le dioptre suivant sont

[1] *Phys. Zeits.*, t. XII, 1911, p. 522.

placés entre deux parallèles très rapprochés, et deux normales en deux points de ces parallèles, rencontrent l'axe en deux points très voisins K, H; un rayon quelconque du faisceau donnera naissance à un réfracté qui devra couper une droite joignant un point de la focale à un point de KH; ce point d'intersection et tous les points analogues seront donc distribués dans le plan de symétrie à l'intérieur d'une courbe dont les deux points les plus éloignés seront à une distance du premier ordre; la trace du faisceau sur un plan, rencontrant la focale φ et KH, mené perpendiculairement à la section principale, se composera de points dont la distance au plan de symétrie sera au plus du second ordre; cette trace appartiendra à l'aire d'amincissement et par suite, la focale sagittale du rayon réfracté moyen sera sur la droite qui joint le milieu de KH au milieu de φ.

Les propositions relatives aux surfaces quasi-aplanétiques conjuguées et aux points stigmatiques peuvent donc être formulées dans ce cas beaucoup plus général; mais, en particulier pour les points stigmatiques, il devient nécessaire de montrer qu'elles cadrent avec les cas particuliers classiques, tels que les foyers des miroirs dont les méridiennes sont des coniques, et les foyers des surfaces réfringentes, dont les méridiennes sont des ovales de Descartes.

Foyers des miroirs elliptiques. — Ces foyers constituent des points stigmatiques singuliers (¹); en effet, si q et q' sont les distances, au point d'incidence I, d'un point-objet et de sa focale tangentielle conjuguée, et R le rayon de courbure au point I de la méridienne, on a, par la formule classique,

$$\frac{1}{q} + \frac{1}{q'} = \frac{2}{R\cos i}; \tag{1}$$

la distance q'_1 de la focale sagittale sera donnée par

$$\frac{1}{q} + \frac{1}{q'_1} = \frac{2\cos i}{U}, \tag{2}$$

U étant la portion de normale comprise entre le point d'incidence et l'axe; or $R\cos^2 i_0 = U$, i_0 étant l'angle avec la normale du rayon qui passe par le foyer; dès lors, si i est différent de i_0, q' et q'_1 n'auront d'autre valeur commune que o, et le point d'incidence sera un point double de la division homographique que formeraient les deux focales sur le rayon réfléchi; si $i = i_0$, $q' = q'_1$, les deux focales coïncident sur ce rayon, pour toute position du point-objet sur le rayon incident; cette propriété définit le stigma-

tisme singulier [1] des points stigmatiques de l'axe qui se trouvent sur le rayon incident et sur le rayon réfléchi; dès lors, les angles u, u', avec l'axe, doivent présenter la relation

$$\operatorname{tang}\frac{u'}{2} : \operatorname{tang}\frac{u}{2} = \text{const.}$$

Or, ρ et ρ' étant les rayons vecteurs du point I, on a

$$\frac{2c}{\sin(u'-u)} = \frac{\rho}{\sin u'} = \frac{\rho'}{\sin u} = \frac{2a}{\sin u + \sin u'},$$

d'où, par une transposition facile,

$$\operatorname{tang}\frac{u'}{2} : \operatorname{tang}\frac{u}{2} = (a+c) : (a-c);$$

d'ailleurs, les points singuliers de cette espèce admettent évidemment une infinité de couples de surfaces quasi-aplanétiques corrélatives, et la considération des termes d'un degré plus élevé dans les équations fondamentales permet d'établir la relation caractéristique

$$d\rho : n\rho^2 \sin^2 u = d\rho' : n'\rho'^2 \sin^2 u',$$

ρ, ρ' étant ici les rayons vecteurs des surfaces corrélatives.

Dans le cas particulier d'une seule réflexion ou réfraction, deux surfaces corrélatives conjuguées sont confondues avec la surface de séparation, $\rho \sin u = \rho' \sin u'$ et $n'\,d\rho = n\,d\rho'$; si l'on rapproche cette condition de celle de Fermat, $n\,d\rho = n'\,d\rho'$, on voit que :

1° Si n^2 est différent de n'^2, il n'y a d'autre solution que $d\rho = 0$, $d\rho' = 0$; la surface est normale à la fois aux deux rayons, les deux foyers stigmatiques sont confondus; c'est le cas du dioptre et du miroir sphériques, au centre.

2° Si $n = -n'$ (cas de la réflexion), $\rho + \rho' = \text{const.}$ donne le miroir elliptique.

3° Si $n = n'$, réfraction sans déviation, on a évidemment $\rho = \rho'$. Avec un changement de signe de ρ' on aurait :

4° Pour $n = -n'$, $\rho - \rho' = \text{const.}$, miroir hyperbolique, et $\rho - \rho' = 0$ miroir-plan stigmatique singulier pour tous les points de l'espace; le miroir parabolique étant un cas limite de 2° et 4°, on a ainsi tous les cas de stigmatisme singulier de cette espèce pour une seule déviation.

---

[1] *Comptes rendus*, 10 novembre 1913, p. 846.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la création des harmoniques 3 dans les alternateurs par suite du déséquilibrage des phases.* Note ([1]) de M. L.-G. **Stokvis**, transmise par M. A. Blondel.

Soient I_1, I_2, I_3 les trois courants donnés dans chacune des trois phases; ils satisfont à la relation

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0.$$

On peut considérer le courant I_1 comme la superposition des courants $-I_2$ et $-I_3$, de sorte que le système triphasé déséquilibré se trouve remplacé par deux systèmes monophasés, l'un formé par le courant I_2 circulant dans la phase 2 et $-I_2$ dans la phase 1, l'autre formé par le courant I_3 dans la phase 3 et $-I_3$ dans la phase 1.

Considérons (*fig.* 2) le courant $-I_2$ qui circule dans la phase 1 comme formé de deux composantes égales en amplitude et décalées l'une I''_{s1} de $\frac{\pi}{6}$ en avant et l'autre I''_{i1} de $\frac{\pi}{6}$ en arrière de la direction $-I_2$.

Considérons de même le courant I_2 circulant dans la phase 2 comme formé de deux composantes égales en amplitude, l'une I''_{s2} décalée de $\frac{\pi}{6}$ en arrière, l'autre I''_{i2} de $\frac{\pi}{6}$ avant de la direction de I_2 et ajoutons dans la phase 3 deux courants égaux et de signe contraire, l'un I''_{i3} décalé de $\frac{\pi}{2}$ en avant de I_2, l'autre I''_{s3} de $\frac{\pi}{2}$ en arrière de I_2, d'amplitude égale à celle de l'une des quatre composantes obtenues précédemment.

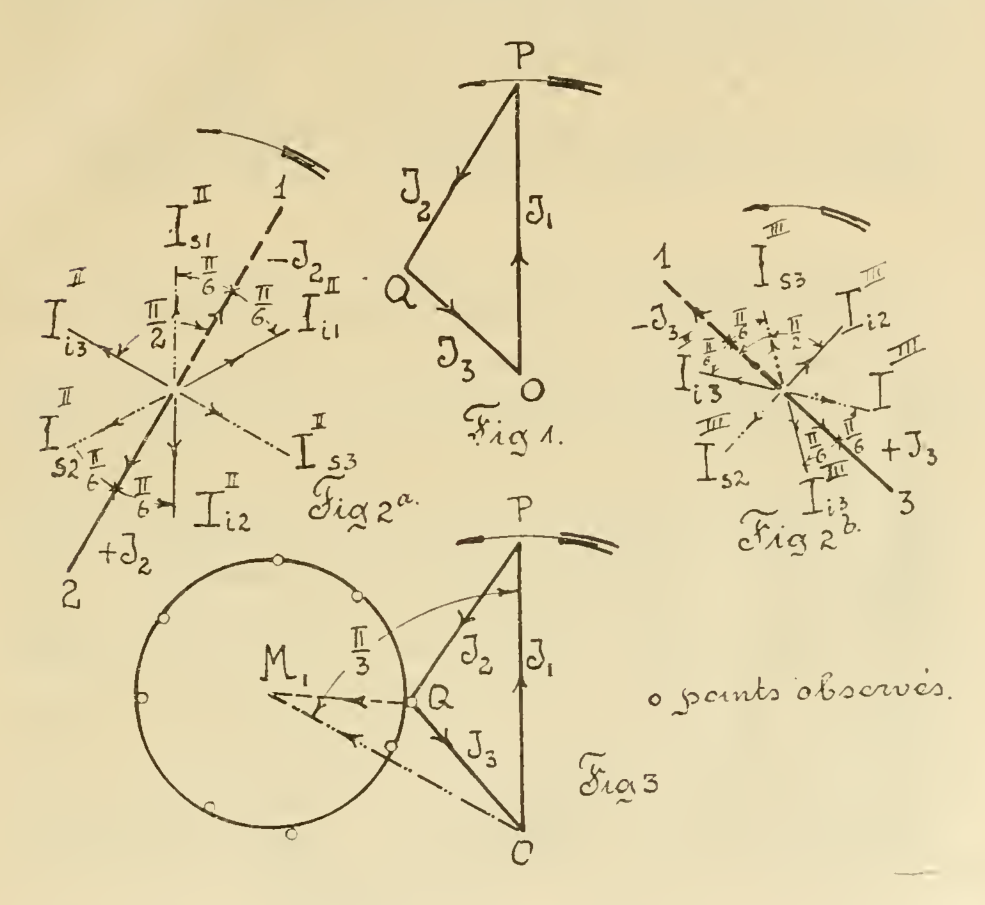
Nous avons ainsi dans les trois phases deux systèmes de courants triphasés équilibrés de même amplitude $\frac{I_2}{\sqrt{3}}$: l'un I''_{s1}, I''_{s2}, I''_{s3} dans lequel les courants sont décalés dans le même sens que les courants déséquilibrés donnés, nous appellerons ce système le système *synchrone;* l'autre I''_{i1}, I''_{i2}, I''_{i3} dans lequel les courants sont décalés en sens inverse et que nous appellerons système *inverse.*

De même, le deuxième système monophasé formé par le courant $-I_3$ circulant dans la phase 1, et $+I_3$ circulant dans la phase 3, est équivalent

([1]) Reçue dans la séance du 15 juin 1914.

à deux systèmes de courants triphasés équilibrés, l'un formant un deuxième système synchrone, l'autre un deuxième système inverse.

Dans une phase quelconque, I par exemple, il y a deux courants in-



verses I_{i1}^{II} et I_{i1}^{III} provenant de chacun des systèmes inverses précédents. Par définition, le courant *inverse* est la somme des deux courants inverses I_{i1}^{II} et I_{i1}^{III}.

Traduisons le raisonnement précédent en notation vectorielle : l'un des systèmes monophasés I_2 et $-I_2$ donne, dans la phase I, un courant inverse I_{i1}^{II} qu'on peut écrire, en posant $\sqrt{-1}=j$,

$$I_{i1}^{II} = -\frac{I_2}{2}\left[1 - \frac{j}{\sqrt{3}}\right];$$

l'autre système monophasé donne, dans la même phase I, un courant

inverse :

$$I'''_{i1} = -\frac{I_3}{2}\left[1 + \frac{j}{\sqrt{3}}\right].$$

Le courant inverse I_{i1} est donc

$$I_{i1} = I''_{i1} + I'''_{i1} = -\frac{I_2}{2}\left[1 - \frac{j}{\sqrt{3}}\right] - \frac{I_3}{2}\left[1 + \frac{j}{\sqrt{3}}\right].$$

Éliminant I_2 par l'équation (1) et multipliant par $j\sqrt{3}$, on obtient

$$jI_{i1}\sqrt{3} = I_3 + I_1\left[\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\right].$$

Or $I_1\left[\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\right]$ représente le vecteur I_1 décalé de $\frac{\pi}{3}$ dans le sens des avances. Par conséquent, au facteur $j\sqrt{3}$ près, *le courant inverse dans la phase* 1 *est représenté par la résultante du courant* I_3 *et du courant* I_1 *avancé de* $\frac{\pi}{3}$.

Or le système inverse crée un champ tournant en sens inverse du champ synchrone, par suite le champ tournant créé par le système inverse produit un harmonique 3 comme dans les alternateurs monophasés ([1]).

Ce champ étant proportionnel au courant inverse, l'harmonique 3 est également proportionnel au courant inverse et l'amplitude de ce dernier peut lui servir de mesure.

Toutes les combinaisons de courants déséquilibrés donnant le même harmonique 3 auront un courant inverse de même amplitude.

Or, si l'on considère le diagramme (*fig*. 3) donnant le courant inverse, on voit aisément que si le courant I_1 dans la phase 1 reste constant, le point M obtenu en avançant le vecteur I_1 de $\frac{\pi}{3}$ est fixe.

Si l'on veut que le courant inverse garde une amplitude constante, l'extrémité Q du vecteur I_3 se meut sur un cercle de centre M_1. Le sommet du triangle des courants déséquilibrés qui donnent naissance à un même harmonique 3 et dont I_1 est pris comme base constante se meut sur le même cercle.

Nous avons vérifié expérimentalement cette propriété sur un alternateur de 10 kv-a de l'Institut électrotechnique de Lille ; nous avons fait passer dans une phase toujours le même courant I_1 et nous avons intercalé dans

([1]) Blondel, *Synchronous Motors*, p. 265.

les deux autres phases des admittances telles que le sommet Q du triangle des courants décrive un cercle de centre M_1 et de rayon quelconque.

Par la méthode de résonance de Pupin, contrôlée d'ailleurs par l'oscillographe Blondel, nous avons mesuré dans chaque cas la grandeur de l'harmonique 3 et nous avons trouvé que cette grandeur était pratiquement constante (*fig.* 3).

Avec $I_1 = 30$ ampères, $I_2 = 26$ ampères, $I_3 = 14$ ampères, l'harmonique 3 atteint environ 10 pour 100 de la tension fondamentale.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude magnétique du sesquioxyde de fer.* Note de M. **Ruby Wallach**, présentée par M. Le Chatelier.

J'ai entrepris l'étude des propriétés magnétiques des différentes variétés de sesquioxyde de fer. Je me suis occupé tout d'abord de trois oxydes dont les conditions de préparation me paraissaient les mieux définies; ce sont: 1° l'oxyde précipité à froid par l'ammoniaque d'une solution très diluée et récente de chlorure ferrique; 2° l'oxyde de Péan de Saint-Gilles [1] qui dérive du précédent par chauffage dans l'eau bouillante; 3° l'oxyde qui résulte de l'action de l'eau sur le ferrite de soude obtenu en calcinant au rouge sombre avec de la soude l'oxyde précipité.

Lorsqu'on veut définir magnétiquement ces oxydes, il ne suffit pas de mesurer leur susceptibilité comme celle d'un corps ordinaire, car ils se trouvent dans un état instable et évoluent avec le temps et la température. Il est donc nécessaire de chercher les conditions dans lesquelles des oxydes de même espèce prennent une seule et même valeur de la susceptibilité. Dans ce but, j'ai commencé par étudier les variations de la susceptibilité en fonction du degré de cuisson.

Les mesures magnétiques ont été faites au moyen de la balance magnétique Curie et Chéneveau [2]. Le fil de torsion était en bronze phosphoreux. Lorsqu'il s'agissait de comparer des corps différents, les expériences étaient faites en série sans qu'il y eût à toucher au réglage de l'appareil, le tube contenant la substance et le volume occupé par celle-ci restaient les mêmes. S'agissait-il de suivre les variations de la susceptibilité en fonction du degré de cuisson, objet de cette Note, la substance était chauffée dans le tube même qui servait aux mesures magnétiques. J'ai pu, avec un tube en verre d'Iéna, étudier ces variations entre 15° et 650° sans rien changer aux conditions

---

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XLVI, 1857, p. 47.
(2) *Journ. de Phys.*, 4e série, t. II, p. 796.

expérimentales. Pour le chauffage je me servais d'un bloc de métal jusqu'à 360°, du soufre bouillant à 440°, du mélange eutectique NaCl, KCl fondant à 650°, d'un four électrique entre 650° et 1000°. L'échauffement était très lent, avec un arrêt de 4 à 6 heures à 110°-130°.

Les résultats obtenus ont été résumés sur le graphique ci-dessous. Les températures de cuisson sont portées en abscisses et les susceptibilités en

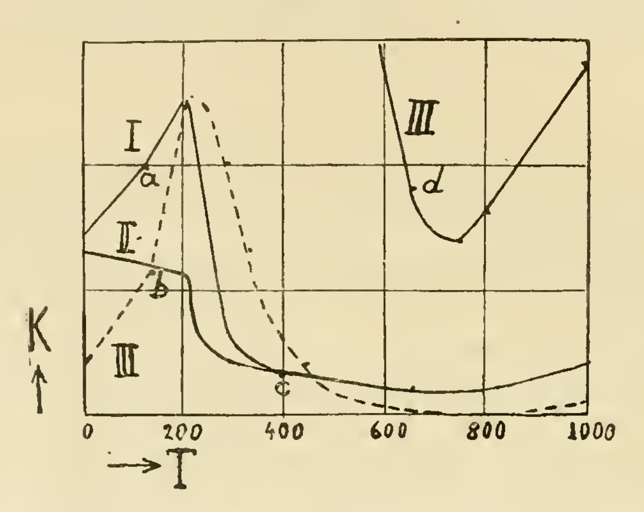


Fig. 1. — Influence du degré de cuisson sur la susceptibilité magnétique des oxydes de fer.

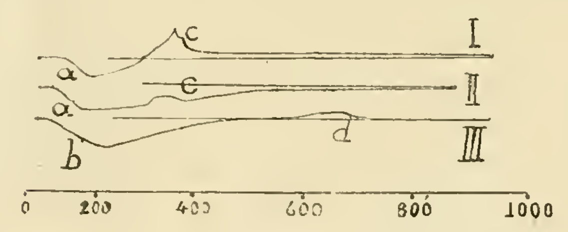


Fig. 2. — Analyse thermique des oxydes de fer.

ordonnées. L'échelle des susceptibilités de la courbe III pointillée (oxyde du ferrite) est à multiplier par 50.

La susceptibilité de l'oxyde précipité (I) augmente avec un coude à 120° (a), atteint un maximum à 200°, diminue rapidement jusqu'à 300°, passe par un minimum vers 650° et augmente lentement au delà de cette température. L'oxyde de Péan de Saint-Gilles (II) se distingue par la diminution continuelle de la susceptibilité, qui présente une chute rapide après 200° et rejoint vers 350° la courbe précédente. La courbe relative à l'oxyde du ferrite (III) est de forme analogue à celle de la courbe I, son

minimum est situé vers 750°. Mais, en valeur absolue, les susceptibilités observées restent toujours plus grandes.

Afin de repérer les températures de transformations éventuelles de ces trois oxydes, je les ai soumis à l'analyse thermique au moyen du galvanomètre double Le Chatelier-Saladin avec enregistreur photographique. Les courbes obtenues sont reproduites ci-contre. La courbe I (oxyde précipité) confirme le fait connu du dégagement intense de chaleur au voisinage de 400° (*c*); la courbe II a trait à l'oxyde de Péan : on voit encore une transformation à la même température, mais avec un dégagement moindre de chaleur. L'oxyde du ferrite (III) se transforme de même, mais vers 700° seulement (*d*). Les trois courbes montrent en outre une absorption de chaleur due au départ de l'eau qui s'élimine en majeure partie vers 130°-150° (*a* et *b*).

A première vue, aucun rapprochement ne paraît possible entre les résultats magnétiques et ceux de l'analyse thermique. Il est cependant remarquable que la faible susceptibilité de l'oxyde transformé soit presque atteinte *avant la transformation*, ce qui n'est pas sans rappeler des variations analogues présentées par d'autres corps ferromagnétiques, avec cette différence que les changements sont ici irréversibles.

J'ai observé encore que, par des traitements thermiques différents, on pouvait obtenir des oxydes incomparablement plus magnétiques, ainsi que des accroissements passagers de la susceptibilité.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la vitesse de transformation des aciers à l'échauffement et sur la résistance électrique spécifique du fer.* Note de M. **A. Portevin**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

On sait que, par trempe, on peut augmenter la résistance électrique des aciers; cet accroissement correspond au maintien en solution solide d'une certaine quantité de carbone; d'après Bénédicks, on peut même, par ce moyen, calculer la quantité C de carbone mise solution solide du fait de ce traitement d'après la formule

$$\Delta\rho - 26,8\,C,$$

$\Delta\rho$ étant l'accroissement de résistivité.

Or, pour un acier donné, pour une température donnée et pour des

refroidissements identiques, la quantité de carbone entrée en solution solide ne dépendra que de la quantité de carbone existant en solution solide au début de la période de refroidissement rapide, c'est-à-dire immédiatement avant la trempe; cette dernière est fonction, pour une température de chauffage déterminée, de la durée de séjour à cette température, elle est d'ailleurs limitée à une valeur fixée par le diagramme d'équilibre.

Nous avons donc ainsi un moyen d'appréciation de l'état d'avancement de la réaction de dissolution du carbone, autrement dit de la vitesse de transformation à l'échauffement pour une température déterminée : il suffit de maintenir à cette température, pendant des temps croissants, un acier donné, et d'examiner après trempe les accroissements de résistivité électrique.

Dans ce but, des barrettes d'acier au carbone (de 130^{mm} de longueur sur 8^{mm} de diamètre) ont été chauffées dans des bains de sel à diverses températures pendant des temps croissants, puis trempées à l'eau, et l'on a déterminé leur résistivité avant et après ce traitement au pont de Thomson.

Une étude préalable complète de l'échauffement en régime variable d'échantillons d'acier de grosseurs diverses dans des bains de sel à différentes températures nous a fait adopter 2 minutes comme durée minimum de chauffage, ces expériences préliminaires nous ayant prouvé qu'au bout de 1 minute de séjour au bain de sel, dans les conditions expérimentales adoptées, toute la masse des échantillons avait atteint pratiquement la température désirée.

De l'ensemble des résultats obtenus, on peut tirer les conclusions suivantes :

1° La mise en solution du carbone par chauffage est loin d'être un phénomène instantané, comme le montrent les chiffres suivants :

Teneur en carbone de l'acier. Carbone pour 100.	Accroissement de résistivité par trempe à 750° (en microhms par cm³) après une durée de chauffage de		
	2 minutes	10 minutes.	20 minutes.
0,17	1,77	1,92	2,17
0,37	1,81	4,18	4,23
0,88	3,28	13,28	12,88
1,08	3,89	13,26	9,73

Pour ces deux derniers aciers, la décarburation superficielle par le bain de sel, phénomène que nous avons déjà signalé [1], se manifeste au bout

[1] *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 1024.

de 20 minutes par une diminution de la résistivité ; il se peut même que les chiffres obtenus après 10 minutes de chauffage en soient déjà affectés.

2° L'état d'équilibre pour l'acier à 0,88 pour 100 de carbone ne paraît même pas être atteint au bout de 10 minutes de chauffage à 750°; en effet, pour cet acier, l'état d'équilibre final à cette température correspond, d'après le diagramme d'équilibre, à une mise en solution complète de tout le carbone de l'acier et, par suite, est le même pour toutes les températures supérieures; or nous avons obtenu à 900° :

Résistivité de l'acier trempé après 2 minutes de chauffage :		9,70 microhms
»	10 »	20,06 »

c'est-à-dire des chiffres plus élevés ; il est juste d'ajouter que l'élévation de la température de trempe facilite la conservation en solution solide du carbone.

De toute façon, l'élévation de température et de durée de chauffage avant trempe, accroissent la résistivité de l'acier trempé, soit en modifiant l'équilibre final, soit en agissant sur la vitesse de réaction.

Résistivité du fer pur. — Bénédicks a trouvé par extrapolation des résistivités d'une série d'aciers au carbone trempés, la valeur de 7,6 microhms pour résistivité du fer pur; il ne précise pas d'ailleurs les conditions de chauffage : température et durée. Si l'on extrapole de la même façon les chiffres que nous avons obtenus pour toute une série d'aciers hypo-eutectiques trempés à l'eau à 1000° après 10 minutes de chauffage, on trouve 9,3 microhms à 20°, valeur nettement inférieure à celle de Bénédicks, mais s'accordant mieux avec les résultats des mesures directes effectuées par divers expérimentateurs tels que :

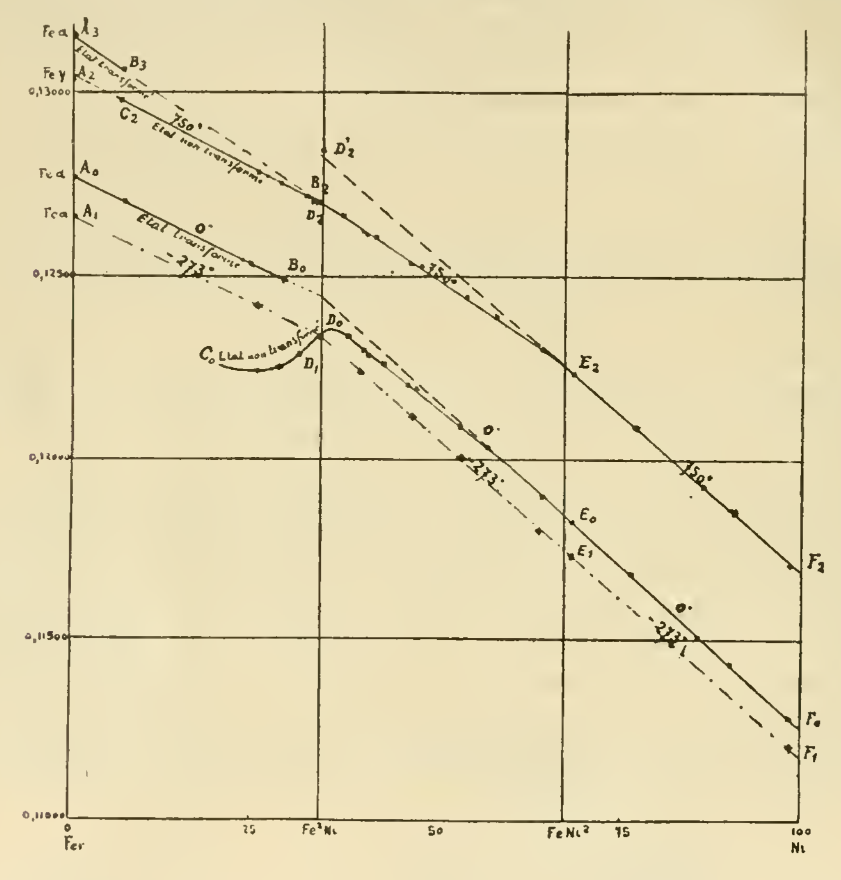
	microhms
Lorenz	10,37
Kohlrausch	9
Preece	9,73
Meyer	10,37
Guillet et Portevin	9,98

CHIMIE PHYSIQUE. — *Volumes spécifiques des aciers au nickel.* Note de M. P. Chevenard, présentée par M. H. Le Chatelier.

La densité des ferronickels à température ordinaire est bien loin de varier d'une manière simple en fonction de leur composition ; je me suis

proposé d'étudier le détail de cette anomalie et de rechercher si, comme cela était probable, la loi de variation ne se simplifiait pas considérablement aux très basses et aux très hautes températures.

Pour la détermination des densités, j'ai utilisé des cylindres de 15^{mm} de diamètre et de 25^{mm} de hauteur, découpés dans des barres laminées et débarrassés de tout écrouissage par recuit prolongé. L'absence de soufflures et de scories occluses, réalisée grâce aux précautions prises pour l'élaboration du métal, a été vérifiée par examen au microscope. La méthode de mesure était celle du flacon.



A 0°, la courbe des volumes spécifiques se compose de deux tronçons A_0B_0 et $C_0D_0E_0F_0$. Le point de départ de la droite A_0B_0 est le point figuratif du fer α, correspondant aux alliages transformés; C_0D_0 est relatif aux alliages à leur état stable à chaud. L'anomalie est caractérisée par le maximum très apparent de la courbe au voisinage de 36 pour 100 de nickel (*fig.* 1).

Les courbes de dilatation établies entre -195° et $+750^\circ$, ainsi qu'il a été exposé dans une précédente Note, ont servi à calculer, à partir des densités obtenues aux températures ordinaires les volumes spécifiques à toutes les températures comprises dans cet intervalle; le théorème de Nernst permet de prévoir leur allure approximative jusqu'au zéro absolu.

A mesure que la température s'abaisse, les alliages représentés par C_0D_0 subissent la transformation irréversible, et ce tronçon de courbe disparaît progressivement. Les points situés à proximité du point D_0 s'abaissent beaucoup moins que les autres, à cause du très faible coefficient de contraction des métaux voisins de Fe^2Ni. Au zéro absolu, à de faibles erreurs près, le diagramme représentatif des volumes spécifiques est formé de deux tronçons de droites A_1D_1 et $D_1E_1F_1$, dont le point de concours est sur l'ordonnée de Fe^2Ni. Ce diagramme offre une très grande analogie d'allure avec celui des *moments magnétiques moléculaires au zéro absolu*, établi par P. Weiss (1).

A 750°, la branche A_0B_0 des alliages à leur état stable à froid s'est, à cause de la transformation irréversible, réduite au tronçon A_3B (A_3 volume spécifique du fer α); la branche C_0D_0 des alliages à leur état stable à chaud est devenue la droite C_2D_2. Le prolongement de cette droite coupe l'ordonnée d'origine au point A_2 qui représente le volume spécifique du fer γ à 750°, grandeur hypothétique qu'on obtient en extrapolant jusqu'à cette température la courbe de concentration de fer γ.

Par le jeu de l'anomalie réversible, les alliages compris entre Fe^2Ni et $FeNi^2$ ont subi un accroissement de volume plus faible que les alliages normaux (teneurs en nickel supérieures à celle de $FeNi^2$) ce qui explique l'apparition du point anguleux E_2 sur l'ordonnée de $FeNi^2$. Si l'on substituait à la loi de dilatation réelle du métal $FeNi^2$ une loi hypothétique normale, obtenue en poursuivant jusqu'aux basses températures la loi parabolique qui est sensiblement réalisée au-dessus de 400°, la position du point figuratif serait D'_2; ce point est situé approximativement sur le prolongement de E_2F_2. La distance qui sépare, pour chaque teneur en nickel, la droite réelle D_2E_2 de la droite hypothétique D'_2E_2, représente la contraction due à l'anomalie réversible quand un alliage est porté du zéro absolu à 750°.

L'amplitude de l'anomalie réversible est donc directement proportionnelle à la quantité du composé Fe^2Ni *contenu dans l'alliage.*

(1) *Journal de Physique*, 1911.

On remarque également que le tronçon A_3B_3 des alliages à leur état transformé prolonge presque exactement la droite E_2D_2.

Il en résulte que *l'amplitude de la transformation irréversible* (spéciale aux alliages dont la teneur en Ni est inférieure à celle de Fe^2Ni : $Fe + Fe^2Ni$) *est proportionnelle à la teneur en fer libre de l'alliage.*

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le coefficient de diffusion des rayons X par les substances à poids atomique légers (substances organiques en particulier).* Note de M. H. **Guilleminot**, transmise par M. Villard.

J'ai contribué antérieurement (*Comptes rendus*, 6 mars, 20 mars, 24 avril 1911) à démontrer que les rayons secondaires donnés par les substances organiques sont presque exclusivement constitués par des rayons primaires diffusés, et que les rayons propres, homogènes, n'entrent que pour une part minime dans cette production.

Pour prouver ce fait, j'ai montré que chaque faisceau monochromatique composant un faisceau quelconque de rayons X se diffuse sans changer de qualité de telle manière qu'il donne dans une direction voisine de l'incidence, un faisceau dont l'intensité I_S est

$$I_S = z I_0 \frac{1 - K^{2l}}{2},$$

formule dans laquelle I_0 représente l'intensité initiale de ce faisceau monochromatique, z le coefficient de diffusion propre à ce faisceau; K le coefficient de transmission de ce même faisceau par une couche de l'unité d'épaisseur et l l'épaisseur de tissu mesurée avec cette unité.

J'ai montré en second lieu qu'un faisceau composite donne un rayonnement secondaire dont l'intensité I_S paraît, dans tous les cas, répondre à la formule

$$I_S = z I_0 \frac{1 - \varphi_{2l}}{2},$$

dans laquelle I_0 est l'intensité globale du faisceau incident et φ_{2l} la fraction globale transmise par une couche d'épaisseur l, formule qui se réduit à $I_S = \frac{1}{2} z I_0$ quand l est très grand et φ_{2l} égale pratiquement à zéro.

Ces dernières formules renferment implicitement cette condition que le coefficient de diffusion z est le même pour les différentes qualités de rayons pratiquement employées. Cette condition ne peut être établie d'une façon rigoureuse en raison de l'impossibilité dans laquelle on se trouve jusqu'à présent d'obtenir des rayonnements rigoureusement monochromatiques; mais on peut la vérifier d'autant mieux qu'on

en reconnaît l'exactitude en se plaçant dans les conditions les plus variées avec un rayonnement composite tel que nous le donnent les tubes à vide.

Aujourd'hui, j'apporte les résultats que m'ont fournis les mesures du rayonnement secondaire émis par la face d'émergence des filtres de paraffine.

Théoriquement, si la formule ci-dessus est vraie et si le coefficient z est identique pour tous les rayonnements X diffusés à travers une substance donnée, le rayonnement secondaire émergent peut se calculer de la façon suivante :

Prenons une lame diffusante de l millimètres d'épaisseur, faisons tomber sur elle un faisceau X monochromatique d'intensité initiale I_0.

Nous pouvons par la pensée décomposer cette lame en n couches très minces d'une épaisseur $\frac{l}{n}$. La première de ces couches produit dans la direction de l'émergence une intensité de rayonnement secondaire proportionnelle à la quantité de rayonnement primaire absorbée à travers cette couche et au coefficient de diffusion z, c'est-à-dire à $z I_0(1-k)$ (k étant le coefficient d'absorption à la traversée de cette couche mince). Le rayonnement S ainsi produit doit, pour émerger, traverser les $(n-1)$ couches suivantes à travers lesquelles il subit une absorption qui le réduit à

$$z I_0(1-k)k^{n-1} = z I_0(k^{n-1}-k^n),$$

en considérant seulement, pour simplifier, ce qui se passe dans un élément de volume cylindrique et perpendiculaire aux surfaces d'incidence et d'émergence.

De même, la seconde couche produit une intensité de rayon S égale à

$$z I_0(k-k^2)(k^{n-2}-k^{n-1}) = z I_0(k^{n-1}-k^n)$$

et ainsi de suite.

Si l'on totalise les rayons émergents qui proviennent de ces couches successives, on a

$$\Sigma R_S = z I_0\, n(k^{n-1}-k^n).$$

Or si l'on appelle K le coefficient d'absorption de l'unité d'épaisseur du corps considéré et si le nombre n des couches contenues dans l'épaisseur l est tel que chaque couche en renferme un nombre m, on peut poser $l = \frac{n}{m}$ et $k = K^{\frac{1}{m}}$. La formule devient

$$\Sigma R_S = z I_0 l K^l m\left(1-K^{\frac{1}{m}}\right).$$

Le facteur $m\left(1-K^{\frac{1}{m}}\right)$ tend, lorsque m tend à devenir l'infini, vers la limite $-\log K$ d'où

$$\Sigma R_S = z I_0 l K^l(-\log K).$$

Si l'on a affaire à un rayonnement composite formé d'une série de faisceaux monochromatiques d'intensités I'_0 égales et si l'on admet toujours que le coefficient de diffusion ε est égal pour tous les faisceaux, on a

$$\Sigma R_s = \varepsilon I_0 \, l [K''(-\log K') + K'''(-\log K'')\ldots].$$

L'application de cette formule nous offre donc un moyen de vérifier la loi que j'ai cru pouvoir déduire de l'étude des rayons émis par la face d'incidence. En limitant le faisceau incident à un pinceau étroit et en étudiant les rayons secondaires émis du côté de l'émergence dans le voisinage de la direction du faisceau primaire à travers des lames de paraffine et d'aluminium d'épaisseurs croissantes au moyen du procédé fluoroscopique que j'ai déjà décrit, j'ai trouvé les résultats suivants pour le n° 7 de Benoist :

Paraffine n° 6-7 Benoist.

Épaisseur. (cm)	
1	0,037
2	0,044
3	0,042
4	0,041
5	0,035
6	0,032
8,5	0,029

Aluminium n° 7-8 Benoist.

Épaisseur. (mm)	
1	0,022
2	0,025
3	0,024
4	0,023
5	0,021

Si l'on ramène ces chiffres à un pourcentage établi en prenant l'émission maxima égale à 100 et si, d'autre part, on établit la même série calculée en prenant pour base la composition des faisceaux 6-7 et 7-8 telle que j'ai cru pouvoir l'établir antérieurement, la courbe du faisceau n° 6-7 répondant à la somme des exponentielles de coefficient

$$K = 0,32 + 0,37 + 0,43 + 0,52 + 0,62 + 0,74 + 0,84 + 0,87 + 0,89 + 0,90,$$

et la courbe du faisceau n° 7-8 répondant à la somme des exponentielles de coefficient

$$K = 0,35 + 0,40 + 0,47 + 0,55 + 0,65 + 0,77 + 0,86 + 0,89 + 0,90 + 0,91.$$

On arrive aux résultats comparés suivants :

Paraffine n° 6-7 Benoist.

cm	Calculé.	Mesuré.
1	91	84
2	100	100
3	94	95
4	86	91
5	79	79
6	75	71
8,5	70	66

Aluminium n° 7-8 Benoist.

mm	Calculé.	Mesuré.
1	87	88
2	100	100
3	96	96
4	89	92
5	83,5	84

Il est certain que les chiffres sont loin de coïncider; mais si l'on remarque que la précision des mesures fluoroscopiques comporte près de $\frac{1}{10}$ d'erreur possible, et qu'il faut faire entrer en ligne de compte, pour la paraffine surtout, l'erreur due à la distance variable suivant l'épaisseur des lames et l'erreur due au diamètre du cône diffusant variable aussi suivant cette épaisseur, on comprendra qu'il faut se borner à considérer l'allure générale des résultats. Or, il suffit de figurer les résultats calculés et mesurés en courbes, en portant en abscisses l'épaisseur des lames diffusantes et en ordonnées les intensités relatives, pour se rendre compte que l'allure de ces courbes est la même.

Le sommet de la courbe qui, ici, se trouve correspondre aux lames diffusantes de 2^{cm} de paraffine et de 2^{mm} d'aluminium, se transpose vers les épaisseurs plus faibles quand le rayonnement primaire devient moins pénétrant et vers les épaisseurs plus grandes quand il devient plus pénétrant. Le calcul et l'expérience coïncident encore pour l'établir.

Je crois donc que ces nouveaux résultats apportent à la fois une preuve de plus à mes premières conclusions, à savoir : 1° que le coefficient de diffusion s est à peu près le même pour tous les faisceaux X monochromatiques; 2° que tout faisceau X est approximativement réductible à un certain nombre d'exponentielles convenablement choisies de place en place dans la gamme spectrale.



CHIMIE MINÉRALE. — *Propriétés du sulfate de chrome vert de M. Recoura.* Note de MM. **André Kling**, **D. Florentin** et **P. Huchet**, présentée par M. Haller.

Les travaux de MM. Recoura [1], Colson [2], Denham [3] et de Miss Graham [4], permettent, actuellement, de classer, de la façon suivante, les diverses solutions de sulfate de chrome :

1° Les solutions *violettes*, obtenues par dissolution, à froid, du sel violet cristallisé. Ces solutions évoluent avec le temps, le sel normal qu'elles renferment subissant une hydrolyse, qui donne naissance à un mélange de SO^4H^2 et de sulfates tels que $Cr(SO^4)(OH) - Cr^2(SO^4)(OH)^4$, etc.

2° Les solutions *vertes, de sulfate modifié*, que M. Recoura a obtenues par chauffage, au-dessus de 80°, des solutions violettes. Ces solutions contiendraient, d'après Denham, un cation complexe : $[Cr^4(SO^4)^4](SO^4)^2$, ainsi que ses produits d'hydrolyse plus ou moins avancée. D'après Miss Graham, c'est à une solution de ce genre qu'il faut rattacher celles provenant du vieillissement des solutions violettes, lesquelles, même à la température ordinaire, ne sont pas stables et évoluent vers la forme verte. Leur transformation en sel vert, et celle inverse de sel vert en sel violet, s'effectuent avec des vitesses très différentes et sans donner lieu à la formation de composés intermédiaires. Quand à l'équilibre entre les proportions respectives de sel violet et de sel vert coexistant dans ces solutions, il est réglé par les facteurs : température, concentration et temps (âge de la solution).

3° Les solutions vertes, obtenues par M. Colson dans la réduction à 0°, de CrO^4H^2 par SO^2. D'après cet auteur, elles contiendraient, au moment de leur préparation, du sulfate tri-dissimulé qui, par fixation de 1, 2, 3 molécules d'eau, fournirait successivement des sulfates bi- et mono-dissimulés et finalement du sulfate violet.

4° Les solutions obtenues avec le *sulfate vert* (proprement dit) de Recoura. De ces dernières on ne sait qu'une chose, c'est qu'au moment de leur préparation, elles contiennent tout leur acide sulfurique à l'état dissimulé et qu'à la longue, celui-ci devient décelable par ses réactifs habituels.

Ce sont les propriétés de ces dernières solutions qui font l'objet de la présente Note.

Nous rappellerons que le sulfate qui leur donne naissance a été obtenu par Recoura en chauffant à 90° du sulfate violet cristallisé. Or, comme les

(1) Recoura, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. IV, p. 505.

(2) Colson, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. XII, p. 433.

(3) Denham, *Zeit. anorg. Chem.*, t. LVII, p. 361.

(4) Miss Graham, *Am. chem. Journ.* t. XLVIII, 1912, p. 145.

divers auteurs [1] ne sont pas d'accord sur le nombre de molécules d'eau qu'il renferme, nous avons tout d'abord cherché à fixer ce premier point, en déterminant quelle était, en fonction du temps, la perte d'eau subie par le sulfate violet cristallisé lorsqu'on le chauffait en couches minces à 80°, 90°, 100°. Les courbes représentatives du phénomène, courbes qui seront publiées dans un autre recueil, indiquent que le seul hydrate réellement stable à 90° est celui à $5H^2O$; un hydrate problématique à $6H^2O$ existe peut-être vers 80°, mais il tend à se transformer à la longue en hydrate plus stable à $5H^2O$. A cause de la stabilité dont il jouit, et aussi pour des raisons d'ordre théorique, que nous exposerons ultérieurement, c'est ce sel à $5H^2O$ que nous avons pris comme point de départ de nos expériences.

Finement pulvérisé, ce sel se dissout lentement dans l'eau glacée et fournit une solution verte, d'abord très visqueuse, qui se fluidifie peu à peu. Nous avons préparé avec lui des solutions de diverses concentrations $\left[N\left(\text{soit } \frac{482}{6}\right), \frac{N}{2}, \frac{N}{4}\right]$ en opérant à 0° et en les conservant au voisinage de cette température; pour chacune d'elles nous avons déterminé quelles étaient, aux divers moments de leur existence :

1° Les proportions d'acide sulfurique précipitables par le chlorhydrate de benzidine [2];

2° La valeur de l'abaissement cryoscopique;

3° La valeur de la conductibilité électrique.

Ces déterminations ont été poursuivies durant 10 à 12 mois.

La figure (I) reproduit les courbes représentatives des variations subies par ces trois variables indépendantes $\left(\text{solution } \frac{N}{2}\right)$. Celles obtenues pour des solutions de concentrations différentes sont tout à fait analogues.

Nous nous contenterons actuellement de retenir les faits suivants :

a. Durant les 24 heures qui suivent leur préparation, les solutions vertes ne contiennent les radicaux sulfuriques qu'à l'état dissimulé; au bout de ce temps apparaissent alors des radicaux non dissimulés, dont le nombre s'accroît avec l'âge de la solution.

b. L'abaissement cryoscopique et la conductibilité électrique de ces solutions prennent d'abord des valeurs rapidement croissantes et cela,

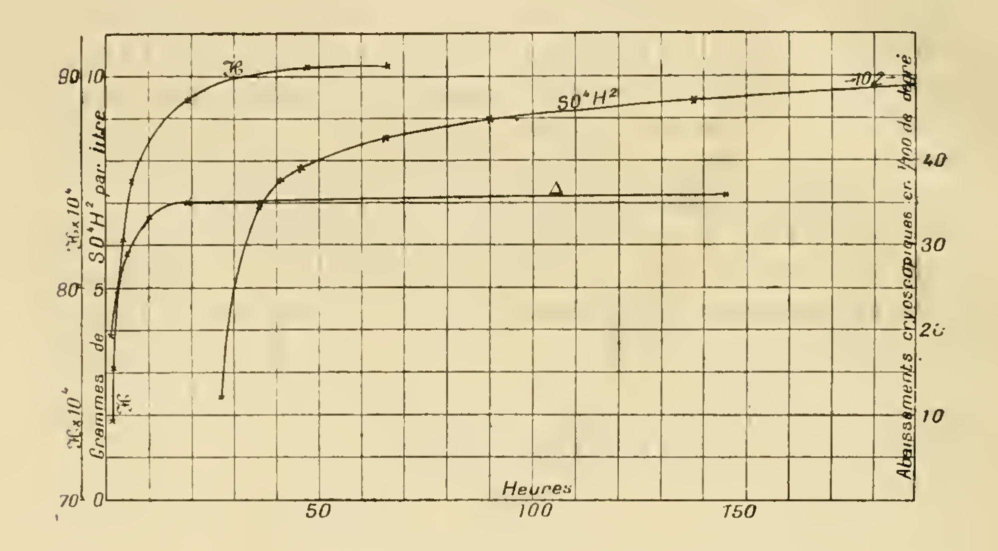
---

(1) RECOURA, COLSON, *loc. cit.* — WYROUBOFF, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXVII, p. 673.

(2) Nous avons adopté ce mode de dosage de préférence à celui à l'état de sulfate de baryte pour plusieurs raisons, que nous exposerons ultérieurement.

avant qu'apparaissent les radicaux (SO^4) décelables, puis des valeurs à peu près constantes au voisinage desquelles elles se tiennent sensiblement pendant le reste de la durée de leur évolution.

c. Les courbes représentatives ci-dessous, en particulier la courbe



d'apparition de l'acide sulfurique, ne présentent à aucun moment des points singuliers susceptibles d'indiquer la formation d'un composé intermédiaire.

d. Enfin, de nos mesures, il résulte que les solutions vertes tendent vers un état d'équilibre, fonction de la température et de la concentration, qui est celui vers lequel s'acheminent également les solutions violettes de concentration identique.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques composés du nickel monovalent.* Note de MM. **L. Tschugaeff** et **W. Ichlopine**, présentée par M. A. Haller.

On a plusieurs fois signalé des composés de nickel (sous-oxydes, sous-sulfures) correspondant à un degré d'oxydation inférieur [1] à celui du

[1] Nous ne citerons que le travail le plus récent de MM. Sabatier et Espil, *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 668.

type NiX^2, mais ce n'est que tout dernièrement qu'on a pu démontrer avec certitude l'existence du *nickel monovalent*.

En 1879, M. Paparogli [1] a constaté que le nickelocyanure de potassium $K^2Ni(CN)^4$ donne par réduction un composé de couleur rouge très altérable à l'air dont il absorbe l'oxygène en régénérant le nickelocyanure primitif.

Il a été réservé aux savants italiens Bellucci et Corelli [2] de reconnaître la nature vraie de cette substance curieuse, qu'ils n'ont cependant pas réussi à isoler à l'état de pureté. Ces auteurs ont fait voir que le corps rouge de Paparogli correspondait à la formule $K^2Ni(CN)^3$ et qu'il contenait le nickel à l'état monovalent.

En poursuivant l'étude des hydrosulfites commencée par nous il y a quelque temps [3], notre attention a été attirée par une réaction qui a lieu entre l'hydrosulfite et le nitrite de soude. Lorsqu'on mélange des solutions concentrées de ces deux corps, pris en proportions moléculaires, il se produit une réaction qui se manifeste par une élévation de température considérable. En même temps, le mélange acquiert (mais pour quelques minutes seulement), cette propriété curieuse de donner avec des sels de nickel NiX^2 une forte coloration violette ou bleue, selon la proportion de nickel employée.

Cette coloration est due à la présence de deux substances cristallines et comparativement stables que nous n'avons pas réussi à obtenir à l'état de pureté absolue et dont l'une (I), celle colorée en violet, est beaucoup plus soluble que l'autre (II), qui est colorée en bleu. Ce n'est que sous toutes réserves, en se basant sur les résultats de quelques expériences et analyses (nous avons trouvé pour les proportions atomiques N : S : Ni des chiffres voisins de 1 : 2 : 1) préliminaires que nous assignons à la substance (I) la formule $H-N\left\langle\begin{matrix}SO^3Ni\\SO^3H\end{matrix}\right. \cdot nH^2O$.

Cette substance (I) est caractérisée par les réactions suivantes :

1. Les alcalis fixes déterminent dans ses solutions un précipité bleu tout à fait différent de l'hydrate $Ni(OH)^2$. En même temps, il se dégage de l'ammoniaque et il se forme du sulfate de soude.

2. Le cyanure de potassium change la couleur du violet au rouge.

---

(1) *Gaz. chim. ital.*, t. IX, 1879, p. 509; *Moor Chem. News*, t. LXVIII, 1895, p. 295 et t. LXXI, 1895, p. 81.

(2) *Zeitschr. anorg. Chemie*, t. LXXXVI, 1914, p. 88.

(3) *Berl. Berichte*, t. XLVII, 1914, p. 1269.

3. L'ammoniaque, la pyridine et l'éthylène-diamine déterminent une coloration bleue très foncée et tout à fait différente de celle qu'on obtient dans les mêmes conditions avec les sels de nickel NiX^2. L'intensité et la nuance de cette coloration est comparable avec celle des sels des bases cuproammoniques.

4. Le sulfhydrate d'ammonium donne un précipité noir amorphe soluble dans du cyanure de potassium.

On peut démontrer que le précipité bleu qui se forme par addition de NaOH à une solution du corps violet (I) n'est autre chose que l'hydrate Ni (OH) correspondant au nickel monovalent. Pour obtenir ce corps, qui est excessivement altérable à l'air, à l'état pur, nous l'avons lavé à plusieurs reprises dans une atmosphère d'hydrogène jusqu'à ce que les eaux mères ne contiennent plus de soufre.

Le corps ainsi purifié ne contient que les éléments Ni, O et H. Malheureusement il ne peut pas être débarrassé de l'excès d'eau sans décomposition, mais il est néanmoins possible de fixer sa nature chimique.

Par addition de cyanure de potassium le précipité bleu se dissout en donnant un liquide coloré en rouge et contenant le cyanure complexe de Paparogli, ce que nous avons pu vérifier par titration avec une solution d'iode, d'après les indications de MM. Bellucci et Corelli.

D'autre part nous avons traité le précipité bleu de Ni OH par du sulfure de sodium pur. On obtient ainsi un sulfure noir que nous avons lavé soigneusement à l'abri de l'air, et nous avons dosé le nickel et le soufre dans le corps ainsi purifié, mais encore humide. Les résultats de cette analyse correspondaient sensiblement à la formule du sous-sulfure Ni^2S.

L'ensemble de faits précités nous autorise à conclure que nous avons trouvé une méthode nouvelle qui rend accessibles plusieurs dérivés du nickel monovalent.

Nous poursuivons en ce moment l'étude de cette méthode et de ces dérivés.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Influence catalytique de l'oxyde de cuivre sur la combinaison de l'oxygène et de l'hydrogène.* Note de M. **Jacques Joannis**, présentée par M. H. Le Chatelier.

On sait que le mélange tonnant, $2H^2 + O^2$, bien qu'instable à la température ordinaire, ne s'y combine pas spontanément et qu'à 350° dans le verre la réaction n'est pas encore appréciable [1].

---

[1] *Comptes rendus*, t. 158, 16 février 1914, p. 501.

Toutefois, dès 300° et même 200°, divers corps permettent une combinaison progressive du mélange. J'ai étudié cette réaction au moyen de l'appareil précédemment décrit ([1]) qui permet de se rendre compte du phénomène, tout au moins d'une façon qualitative; il montre en effet s'il y a action à une température considérée, si cette action est totale et de plus, au moyen de l'analyse des gaz, de voir, pour les métaux et leurs oxydes, s'il y a oxydation ou réduction préalable, ce qui montre quel est le corps stable en présence du gaz tonnant.

On ne saurait par contre tirer de conclusions de la forme même de la courbe, la vitesse de condensation de la vapeur d'eau formée venant troubler le phénomène.

Le corps était placé dans le vase laboratoire, on y faisait le vide, puis on amenait le thermostat à son régime de température; on introduisait alors le gaz tonnant et l'on notait les dénivellations en fonction du temps.

A 300°, le fer compact (fil de fleuriste soigneusement poli) n'accuse qu'une très faible dénivellation : quelques millimètres en une heure. Après refroidissement on constate que le fer s'est recouvert d'un enduit noir brillant d'oxyde. Il semble que cet oxyde ne soit pas réductible dans ces conditions et ne provoque pas l'oxydation de l'hydrogène.

Au contraire, le cuivre électrolytique compact en fil montre dès 200° une action beaucoup plus marquée : il y a dénivellation plus rapide, là encore un examen postérieur du métal montre qu'il y a eu oxydation; de plus, la comparaison du volume du gaz primitif au volume final et l'analyse de ce dernier montrent qu'il y a eu disparition à la fois d'oxygène et de gaz tonnant; il y a donc ici non seulement oxydation mais aussi combinaison.

A 300°, l'action sur le cuivre est la même, mais beaucoup plus rapide. Là encore il y a oxydation préalable, puis catalyse. Si, sur le même cuivre, on répète plusieurs fois de suite l'expérience, on remarque que, à part la première, toutes les courbes sont presque superposables. Cela tient à ce que la première fois une partie de l'oxygène sert à oxyder le cuivre, mais cette couche d'oxyde diminue considérablement, comme on sait, l'oxydation du cuivre sous-jacent et par la suite c'est cette couche seule d'oxyde qui est en jeu, se réduisant facilement pour s'oxyder plus facilement encore : il en résulte la disparition rapide constatée du gaz tonnant.

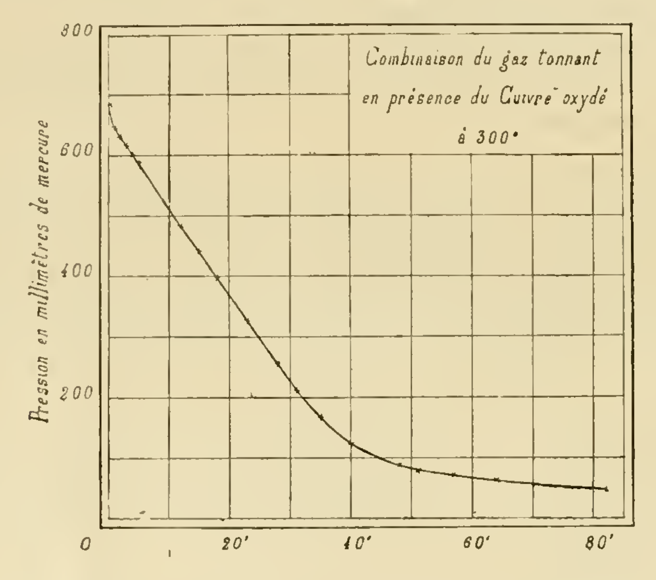
Pour bien m'en assurer, je suis parti également d'oxyde de cuivre CuO provenant de la décomposition à 1000° du sulfate, refroidi très lentement à l'air pour éviter la présence du sous-oxyde Cu^2O.

Dans ce cas encore on constate une action assez rapide et de plus l'analyse du gaz résiduel montre qu'il n'y pas eu réduction : le gaz restant a bien encore la composition du gaz tonnant.

([1]) *Comptes rendus*, t. 158, 15 juin 1914, p. 1801.

Voici dans la figure ci-dessous une des courbes relatives à la catalyse du gaz tonnant par le cuivre compact ayant déjà subi une oxydation dans le mélange tonnant. En abscisses sont portés les temps en minutes et en ordonnées les pressions en millimètres de mercure. Les constantes de l'expérience, poids du cuivre, volume de l'appareil, etc. sont celles indiquées dans la précédente Note.

On voit que, après un début très court où la vitesse diminue, celle-ci prend



très rapidement une valeur fixe pour ne décroître que lorsque la combinaison est très avancée et que la réaction se poursuit jusqu'à combinaison pour ainsi dire totale du gaz tonnant.

On ne saurait attribuer à la forme même de la courbe une trop grande importance : la vitesse de diffusion trop faible de la vapeur entrant en jeu pour perturber le phénomène.

Quoi qu'il en soit de ce qui précède on peut tirer les conclusions suivantes :

1° A 300° le fer compact n'est pas un catalyseur pour le gaz tonnant; il y a seulement formation d'un oxyde qui, dans ces conditions, n'est pas réductible;

2° Le cuivre à 200° comme à 300° est d'abord oxydé par le gaz tonnant : l'oxyde formé est un catalyseur pour le gaz tonnant;

3° L'oxyde de cuivre à 300° provoque la combinaison pour ainsi dire totale du gaz tonnant;

4° La tension de la vapeur d'eau formée semble avoir un grand rôle dans la catalyse.

Il m'a paru intéressant d'étudier ce rôle de la vapeur d'eau et pour cela d'effectuer la catalyse en présence de la vapeur de l'eau formée (tel qu'en tube scellé) : c'est un dispositif de ce genre que j'ai adopté.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le sulfure de manganèse et le dosage de ce métal.* Note de M. A. **Villiers**, présentée par M. Ch. Moureu.

Lorsqu'on veut séparer le manganèse à l'état de sulfure, ce dernier doit être précipité dans certaines conditions, pour que le lavage et la filtration en soient faciles. Ce sulfure existe sous deux aspects fort différents, rose ou vert. Le sulfure vert, beaucoup plus dense et moins oxydable, se lave avec une extrême rapidité et convient beaucoup mieux que le sulfure rose pour le dosage du manganèse. Mais si la transformation du sulfure rose en sulfure vert s'opère quelquefois, à la suite d'une digestion plus ou moins prolongée, dans beaucoup de cas, elle ne se produit pas.

MM. Raab et Wessely (*Zeit. anal. Ch.*, t. XLII, 1903) ont recommandé de précipiter la liqueur chaude par $(AzH^4)^2S$. On fait digérer le précipité avec un excès d'ammoniaque au bain-marie.

On a bien ainsi du sulfure vert, à une température voisine de 100°; mais l'*addition de l'ammoniaque doit précéder celle du sulfhydrate*, et l'on peut remarquer qu'elle n'est pas toujours nécessaire.

J'ai étudié les conditions dans lesquelles on peut obtenir par précipitation le sulfure vert et les faits que j'ai observés me paraissent intéressants, non seulement au point de vue du dosage du manganèse, mais aussi parce qu'ils fournissent un exemple remarquable des transformations que peuvent subir les précipités, les condensations du sulfure de manganèse se produisant, *en apparence*, dans des conditions différentes de celles des condensations des autres sulfures.

J'ai montré (*Bull. de la Soc. chim.*, 1895) que, tandis que la condensation des précipités de sulfures métalliques est facilitée par l'élévation de température et la présence de sels étrangers dissous dans les liqueurs à précipiter, elle est, au contraire, retardée par l'alcalinité de ces liqueurs. Il semble donc que, pour obtenir le sulfure vert à la température ordinaire, on doive précipiter le sulfure de manganèse en liqueur neutre et saturée

de sels tels que les sels ammoniacaux ou alcalins. Or, dans ces conditions, on obtient, au contraire, un sulfure rose non verdissant, tandis qu'une liqueur neutre et contenant peu de sels étrangers, additionnée d'ammoniaque, donne un sulfure rose qui, au bout d'un temps plus ou moins long, se transforme spontanément, à la température ordinaire, en sulfure vert.

Cette contradiction apparente avec les faits observés sur d'autres sulfures s'explique facilement.

Le sulfure vert est du sulfure à son degré le plus grand de condensation. Sa formation par la transformation du sulfure rose se produit avec dégagement de chaleur et déshydratation. On ne peut le transformer inversement en sulfure rose. Quant à ce dernier, il existe sous plusieurs degrés de condensation. La variété la moins condensée tend à se transformer en sulfure vert; mais elle peut aussi se transformer en un sulfure rose de condensation intermédiaire, qui est stable et ne verdit ni à froid ni à la température du bain-marie.

On peut comparer les sulfures de manganèse aux oxydes de cuivre précipités par un alcali. L'oxyde bleu, hydraté, se transforme rapidement en oxyde noir anhydre qui représente le plus haut degré de condensation; mais j'ai montré qu'on pouvait, par la congélation du liquide dans lequel s'est formé le précipité, obtenir une variété d'oxyde hydraté, généralement cristallisé, d'un degré de condensation intermédiaire entre celui de l'hydrate gélatineux et de l'oxyde noir, et ne se transformant pas, sinon après plusieurs années, en oxyde noir, après fusion de la glace. La variété de sulfure de manganèse rose stable peut être rapprochée de cette dernière.

La variété la moins condensée se transforme en sulfure rose stable, d'après les lois ordinaires, et l'on obtiendra une séparation nette du manganèse, si l'on opère sur une liqueur aussi peu alcaline que possible et contenant une forte proportion de sels étrangers. C'est dans ces conditions qu'on doit se placer, si l'on ne cherche pas à former le sulfure vert (toujours préférable pour les séparations, quel que soit le degré de condensation du sulfure rose). Mais si l'on veut obtenir à froid le sulfure vert, il faut empêcher la variété stable de sulfure rose de se former, en évitant la présence de sels étrangers, c'est-à-dire en chassant la majeure partie de l'acide en excès, dont la neutralisation ultérieure par l'ammoniaque donnerait un sel ammoniacal, et en alcalinisant par l'ammoniaque la liqueur diluée, la quantité d'ammoniaque étant en raison des sels étrangers contenus dans la liqueur. Si l'on ne rendait la liqueur ammoniacale qu'après avoir précipité par le sulfhydrate, on aurait toujours à froid du sulfure

rose. Ce n'est qu'en l'absence de sels étrangers et en liqueur neutre étendue que, sans addition préalable d'ammoniaque, on obtiendra à froid du sulfure verdissable.

En faisant, au contraire, la précipitation de la liqueur à une température voisine de 100°, et en laissant digérer au bain-marie, on obtiendra toujours du sulfure vert, si l'on ajoute de l'ammoniaque dans la liqueur chaude avant de verser le sulfhydrate. Il est à remarquer que, vers 100°, cette addition d'ammoniaque sera inutile, en l'absence de sels étrangers, ou en présence de très grandes quantités de ces derniers, et que, la présence de quantités moyennes de sels étrangers rend au contraire possible, en l'absence de l'ammoniaque la formation de sulfure rose, stable même à 100°. On peut faire, pour la précipitation à 100°, la même remarque que pour la température ordinaire, sur l'ordre dans lequel on doit faire l'addition de l'ammoniaque et du sulfhydrate d'ammoniaque.

En tenant compte de ces observations, on pourra toujours obtenir le sulfure de manganèse, soit à froid, soit à chaud, sous la forme d'un précipité vert, très dense, quelquefois même sous la forme de cristaux vert foncé, presque noirs, brillants, visibles à l'œil nu.

Les résultats précédents ont été vérifiés sur un grand nombre d'essais. Je ne citerai que le suivant, qui montre nettement la différence des résultats obtenus, à froid et à chaud, suivant l'ordre dans lequel on verse l'ammoniaque et le sulfhydrate :

5^{cm^3} d'une solution au $\frac{1}{10}$ de $SO^4Mn + 5^{cm^3} AzH^4Cl$ au $\frac{1}{10} + 70^{cm^3}$ d'eau sont additionnés de 5^{cm^3} de $(AzH^4)^2S$.

La précipitation étant faite à froid (20°-24°) ou vers 100°, le précipité reste rose; il en est de même si l'on ajoute 10^{cm^3} d'ammoniaque après le sulfhydrate.

Dans le même mélange, on ajoute 10^{cm^3} d'ammoniaque avant le sulfhydrate :

A froid (20°-23°), précipité gris après 5 minutes, verdâtre après 10 minutes, vert après 20 minutes, complètement transformé en 45 minutes.

A chaud, vers 100°, le précipité verdit de suite, et la transformation est terminée en 7 à 8 minutes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques hydrogénations par le sodammonium : carbures d'hydrogène.* Note de MM. **P. Lebeau** et **M. Picon**, présentée par M. A. Haller.

Nous avons étendu à un certain nombre d'hydrocarbures, le procédé d'hydrogénation par le sodammonium dont nous avons antérieurement montré l'application à la préparation du tétrahydrure de naphtaline pur (1). Le dispositif que nous avons utilisé dans ces diverses opérations est identique à celui qui nous a servi pour l'obtention de ce dernier produit.

Tétrahydrure d'acénaphtène $C^{12}H^{14}$. — Lorsqu'après avoir fait réagir le sodammonium sur l'acénaphtène, on laisse partir le gaz ammoniac, on obtient, en épuisant par l'éther et après départ de ce dernier dissolvant, un liquide parfaitement incolore. Soumis à la distillation, il donne, dans les proportions des $\frac{9}{10}$ de son poids, un carbure répondant à la formule $C^{12}H^{14}$ et dont le point d'ébullition est 251°-252° sous la pression normale.

Bamberger et Lodter (2) ont décrit un tétrahydrure d'acénaphtène bouillant à 249°,5 sous 719^{mm} de pression. D'autre part, Sabatier et Senderens (3) ont donné comme point d'ébullition + 254°.

Par refroidissement ce composé se prend en une masse cristalline fusible à + 12°.

Dihydrure d'anthracène $C^{14}H^{12}$. — Dans la préparation du dihydrure d'anthracène, on substitue à l'éther la benzine pure bien desséchée pour la reprise de la masse après départ de l'ammoniac. La solution benzénique est totalement incolore et elle abandonne par évaporation au bain-marie un produit cristallisé blanc. Ce dernier, après un séjour de 24 heures dans le vide, a comme point de fusion 107°. Il bout à 313° sous la pression normale. Il passe entièrement à cette température sans donner de produits de condensation. Le produit distillé fond encore à 107°. Les combustions qui ont été faites établissent qu'on se trouve en présence du dihydrure d'anthracène $C^{14}H^{12}$. Græbe (4) avait déjà trouvé les mêmes constantes physiques alors que Bamberger et Lodter (5) avaient admis 108°,5 comme point de fusion.

Tétrahydrure de phénanthrène $C^{14}H^{14}$. — Le phénanthrène a été purifié en suivant les indications données par M. Breteau (6). Le mélange résultant de la réaction

(1) P. Lebeau et M. Picon, *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 1514.

(2) Bamberger et Lodter, *Berichte der deutsch. chem. Gesellschaft*, t. XX, 1887, p. 3077.

(3) Sabatier et Senderens, *Comptes rendus*, t. 132, 1901, p. 1257.

(4) Græbe, *Liebig's Annalen*, Supplément 7, 1870, p. 265.

(5) Bamberger et Lodter, *Berichte der deutsch. chem. Gesellschaft*, t. XX, 1887, p. 3076.

(6) Breteau, *Thèse doctorat ès sciences*. Paris, Gauthier-Villars; 1911.

est épuisé par l'éther comme dans le cas du tétrahydrure de naphtaline. La solution éthérée fournit après distillation un produit bouillant à 310° et une petite quantité ($\frac{1}{15}$ environ du produit total) de carbure condensé passant entre 310° et 330°. Les résultats analytiques correspondent au tétrahydrure $C^{14}H^{14}$. Nous rappellerons que M. Breteau, en faisant agir le calcium en présence du gaz ammoniac et de l'alcool sur le phénanthrène, a préparé également un tétrahydrure ayant le même point d'ébullition.

Tétrahydrure de diphényle $C^{12}H^{14}$. — L'hydrogénation du diphényle ne présente aucune difficulté particulière; elle a lieu avec production de tétrahydrure et d'une très petite quantité ($\frac{1}{20}$ environ) de produit condensé. Le point d'ébullition du tétrahydrure ainsi préparé est 243°. D'autres méthodes d'hydrogénation fournissent avec le diphényle, du phénylcyclohexane et du dicyclohexyle, alors que seuls, Bamberger et Lodter [1] ont obtenu un tétrahydrure en faisant réagir le sodium sur le diphényle en présence d'alcool amylique. Le produit qu'ils ont décrit, bouillait à 244°,8 sous 716^{mm} de pression. Son existence paraît avoir été mise en doute par Richter. Le tétrahydrure que nous avons préparé pourrait être identique à celui indiqué par les auteurs précédemment cités.

Cette fixation de 4^{at} d'hydrogène sur le diphényle montre que si un seul des noyaux est attaqué, il ne sature que deux de ses liaisons éthyléniques sur trois, ou bien encore il faut admettre l'égale répartition de l'hydrogène sur chacun des noyaux, considérés comme équivalents.

Dihydrure de stilbène ou dibenzyle $C^{14}H^{14}$. — Sous l'action du sodammonium, le stilbène se transforme intégralement en dibenzyle. On obtient immédiatement un produit pur fondant à 51°,3 et distillant sans résidu à 283°. Cannizzaro et Rossi [2] ont donné comme point de fusion 51°,5 à 52°,5 et comme point d'ébullition 284°.

Dans les divers exemples d'hydrogénation que nous venons de citer, il se produit toujours, en même temps que le dérivé hydrogéné du carbure considéré, de l'amidure de sodium qui reste complètement inaltéré sous forme d'une poudre cristalline blanche ou faiblement colorée. Le nombre des atomes de sodium utilisé correspond au nombre d'atomes d'hydrogène fixé. La réaction peut facilement être mise en équation, et l'hydrogénation de l'anthracène par exemple sera ainsi représentée :

$$C^{14}H^{10} + (NH^3Na)^2 = C^{14}H^{12} + 2\,NH^2Na.$$

A côté de ces résultats positifs, nous signalons l'inactivité de notre réactif hydrogénant vis-à-vis de l'amylène, des carbures benzéniques (benzine, toluène, cymène). En ce qui concerne le cumène, nous avons

(1) BAMBERGER et LODTER, *Berichte der deutsch. chem. Gesellschaft*, t. XX, 1887, p. 3073.

(2) CANNIZZARO et ROSSI, *Liebig's Annalen*, t. CXXI, 1862, p. 250.

remarqué que le produit commercial distillant entre 160° et 170° contenait une portion réagissant sur le sodammonium. Le terpinène, le terpinolène, le carvène, le térébène, le pinène α et le menthène restent également sans action dans les conditions expérimentales où nous nous sommes placés.

Pour d'autres carbures, et en particulier pour le fluorène et l'indène, on observe, au lieu d'une hydrogénation, la formation de composés sodés. Certains noyaux hétérocycliques sont également susceptibles de réagir soit en s'hydrogénant, soit en fournissant des dérivés sodés. Nous poursuivons l'étude de ces diverses réactions.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Passage de l'éther oxalacétique aux dérivés de l'α-pyrone*. Note de M. H. Gault, présentée par M. Haller.

J'ai montré [1] que, d'une manière générale, les éthers des acides et diacides α-cétoniques se cyclisent avec une extrême facilité, en particulier sous l'influence de l'éthylate de sodium, en fournissant des α-cétolactones stables. J'ai cherché à résoudre le problème inverse en déterminant dans quelles conditions la chaîne cétolactonique est susceptible de s'ouvrir.

Cette étude a déjà été faite pour l'acide cétovalérolactone-carbonique, lactone correspondant à l'acide pyruvique. Wolff [2] a montré en particulier que, sous l'influence de l'acide chlorhydrique à 120°, la chaîne lactonique s'ouvre et qu'il se forme de l'acide pyrotartrique par hydrolyse et départ d'anhydride carbonique : cette réaction permet précisément de se rendre compte du mécanisme de la transformation de l'acide pyruvique en acide pyrotartrique.

J'ai été amené à étendre cette réaction d'une part à la cétolactone correspondant à l'éther oxalique, c'est-à-dire à la lactone oxalocitrique ; d'autre part aux diverses cétolactones dont j'ai indiqué la préparation. Les résultats qui forment l'objet de cette Note sont uniquement relatifs à l'ouverture de la chaîne de la lactone oxalocitrique sous l'influence de l'acide chlorhydrique à *température d'ébullition*. Ces résultats diffèrent, en effet, suivant la nature des agents de dédoublement employés, mais aussi suivant la température à laquelle on les fait agir.

---

[1] *Comptes rendus*, t. 157, p. 135 et suiv.

[2] *Lieb. Ann.*, t. CCCXVII, p. 25.

Lorsqu'on traite la lactone oxalocitrique, obtenue par exemple à partir de l'éther oxalacétique par la méthode de Claisen [1], par un excès d'acide chlorhydrique à 50 pour 100 ou mieux d'acide concentré à l'ébullition, elle se dissout progressivement en donnant une solution fortement colorée, en même temps qu'il se dégage du chlorure d'éthyle et, d'autre part, de l'anhydride carbonique pur dans la proportion de 2^{mol} d'acide carbonique pour 2^{mol} de lactone. Si, après filtration des résines et épuisement à l'éther de la lactone n'ayant pas réagi, on concentre très fortement au bain-marie dans le vide, on observe par refroidissement le dépôt d'une quantité notable d'un produit acide, peu soluble dans l'eau à froid où l'on peut le faire recristalliser, après décoloration au noir animal, en très beaux prismes incolores, fondant à 228° (non corrigé). L'analyse de ce composé m'a conduit à lui attribuer la formule $C^6H^4O^4$.

En évaporant à siccité les eaux mères séparées des cristaux, on obtient un produit visqueux, d'où l'on peut encore isoler une certaine quantité de l'acide précédent. L'éthérification par l'alcool éthylique du résidu brut obtenu fournit, à côté de produits acides, un liquide neutre qui, par distillation sous 18^{mm}, peut être fractionné en trois portions, l'une peu importante, bouillant entre 80°-90°, les deux autres passant, sans qu'il soit possible d'ailleurs d'obtenir de point d'ébullition défini, entre 160°-180° et 200°-220°. En saponifiant successivement ces trois fractions, j'ai pu caractériser, dans la première, l'acide oxalique; dans la deuxième, un mélange d'acide tricarballylique et d'acide $C^6H^4O^4$, et, dans la troisième, un mélange de ce dernier acide avec un produit chloré que je ne suis pas parvenu à isoler jusqu'à présent.

D'autre part, l'acide $C^6H^4O^4$ qui se forme aux divers stades de ces recherches fournit par éthérification un éther cristallisé fondant à 59° et, en me basant sur ces diverses observations, j'ai été amené à lui attribuer la formule d'un acide 1.2-pyrone-6-carbonique (acide coumaline-6-carbonique); le mécanisme de sa formation à partir de la lactone oxalocitrique est simple : l'acide chlorhydrique ouvre la chaîne lactonique en conduisant par saponification, élimination de 2^{mol} d'anhydride carbonique et déshydratation, à l'acide oxalcrotonique; or on sait, d'après les recherches de Lapworth [2], que l'acide oxalcrotonique se cyclise, précisément dans ces conditions, en donnant naissance à l'acide 1.2-pyrone-6-carbonique. La réaction est donc, dans ce cas, tout à fait différente de celle qu'on observe

---

(1) *D. ch. Ges.*, t. XXIV, p. 124.

(2) *Ch. Soc.*, t. LXXIX, p. 1276.

pour l'acide cétovalérolactone-carbonique :

$$
\begin{array}{l}
COOC^2H^5 - \overset{\displaystyle CH^2 - COOC^2H^5}{\overset{|}{C}} - O \diagdown \\
\quad\quad \begin{array}{l} | \\ C = C - OH \\ | \\ COOC^2H^5 \end{array} \diagup O
\end{array}
\rightarrow
\begin{array}{l}
\quad\quad CH^2 - COOH \\
\quad\quad\quad | \\
COOH - C - OH \quad\quad OH \\
\quad\quad\quad | \quad\quad \diagup \\
\quad\quad\quad C = C - COOH \\
\quad\quad\quad | \\
\quad\quad COOH
\end{array}
$$

$$
\rightarrow CH \begin{array}{l} \diagup CH - CO \diagdown \\ \\ \diagdown CH = C - COOH \end{array} \!\!\!\!\! \diagup O
$$

J'ai vérifié cette constitution en préparant directement l'acide 1.2-pyrone-6-carbonique par la méthode de Lapworth ([1]), c'est-à-dire par action directe de l'acide oxalcrotonique. Le mélange des deux acides fond au même point (fus. 228°) que chacun d'entre eux en particulier.

L'acide 1.2-pyrone-6-carbonique prend aussi naissance par saponification chlorhydrique d'un éther solide que j'ai obtenu ([2]), mais jusqu'à présent dans une série unique d'opérations, au cours de la préparation de l'éther oxalacétique. Cet éther, comme me l'a montré l'analyse et d'autre part la transformation que je viens d'indiquer, peut être considéré comme répondant à la constitution d'un éther 1.2-pyrone-4.5.6-tricarbonique :

$$
COOC^2H^5 - C \begin{array}{l} \diagup CH - CO \diagdown \\ \\ \diagdown \end{array} O
$$
$$
COOC^2H^5 - C = C - COOC^2H^5
$$

Il résulte de ce qui précède, qu'à température d'ébullition, l'acide chlorhydrique concentré réagit sur la lactone oxalocitrique en la transformant d'une manière prépondérante en acide 1.2-pyrone-6-carbonique (rendement : 40 pour 100). Cette réaction n'est d'ailleurs pas unique.

La présence d'acide oxalique tiendrait à faire admettre un dédoublement de la lactone en acide oxalique d'une part, et acide citrique ou acide aconitique ([3]) d'autre part, mais je n'ai pu jusqu'à présent vérifier la formation réelle de l'un ou l'autre de ces acides. Il est probable, par contre, que la formation de ce dérivé chloré ([4]), que je ne suis pas parvenu à séparer, se rattache étroitement à cette élimination d'acide oxalique.

([1]) *Ch. Soc.*, t. LXXIX, p. 1276.

([2]) *Comptes rendus*, t. 158, p. 714.

([3]) *D. ch. Ges.*, t. XXIV, p. 726.

([4]) *Comptes rendus*, t. 157, p. 136.

La présence d'une petite quantité d'acide tricarballylique dans les résidus de la réaction permet enfin de conclure à une hydrolyse de la lactone tout à fait analogue à celle qu'on observe pour l'acide cétovalérolactonecarbonique [1] et qu'il faut rapprocher de l'alcoolyse signalée dans une Communication récente [2].

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur des allylcyclohexanols et méthylallylcyclohexanols, propyl- et méthylpropylcyclohexanones et cyclohexanols.* Note [3] de M. **R. Cornubert**, présentée par M. A. Haller.

Dans une précédente Note [4] on a décrit les allyl- et allylméthylcyclohexanones que la méthode de M. Haller, à l'amidure, permet de préparer à partir de la cyclohexanone et des monométhylcyclohexanones. [Ces quatre cétones ont été préparées par oxydation par le mélange chromique des cyclohexanols correspondants obtenus par la méthode de M. Brochet [5]].

A partir de ces cétones on peut préparer des produits de réduction : allylcyclohexanols, et des produits d'hydrogénation : propylcyclohexanones. En réduisant ces dernières on a engendré des propylcyclohexanols.

Les cyclohexanols ont été obtenus en traitant les cétones correspondantes par le sodium et l'alcool absolu. La transformation des allylcyclohexanones en propylcyclohexanones a été effectuée catalytiquement par la méthode de M. Brochet [5], c'est-à-dire en présence de nickel.

---

(1) *Lieb. Ann.*, t. CCCXVII, p. 25.

(2) *Comptes rendus*, t. 158, p. 633.

(3) Présentée dans la séance du 29 juin 1914.

(4) *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 1900.

(5) *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 1351.

1° *Allylcyclohexanols et allylméthylcyclohexanols.*

Alcool.	Formule.	Éb. corr.		Liquide.	Odeur.	Phényluréthane.
Tétrallylcyclohexanol [1].........	(*a*)	184°-185° 24mm		assez visqueux	forte et peu agréable	n'en donne pas
α-méthyl-α'-allylcyclohexanol [2].	(*b*)	105 15	liquides incolores	mobile	de menthol	liq. très visqueux
α-méthyltriallylcyclohexanol......	(*c*)	160-161 15		très visqueux	assez agréable	n'en donne pas
β-méthyl-α-allylcyclohexanol [3]..	(*d*)	110-112 19		mobile	de menthol	liq. très visqueux
β-méthyltétrallylcyclohexanol. ..	(*e*)	192-193 21		assez mobile	peu agréable	n'en donne pas
γ-méthyl-α-allylcyclohexanol.....	(*f*)	108 17		légèrement visqueux	de menthol	fines aiguilles groupées en houppes F.: 98°-99°
γ-méthyltétrallylcyclohexanol.....	(*g*)	173-174 17		légèrement visqueux	peu agréable	n'en donne pas

(*a*) $\left[-CH^2-CH^2-CH^2-C(C^3H^5)^2-CHOH-C(C^3H^5)^2\right]$.

(*b*) $\left[-CH^2-CH^2-CH^2-CH(CH^3)-CHOH-CH(C^3H^5)\right]$.

(*c*) $\left[-CH^2-CH^2-CH^2-C(CH^3)(C^3H^5)-CHOH-C(C^3H^5)^2\right]$.

(*d*) $\left[-CH^2-CH^2-CH(CH^3)-CH^2-CHOH-CH(C^3H^5)\right]$.

(*e*) $\left[-CH^2-CH^2-CH(CH^3)-C(C^3H^5)^2-CHOH-C(C^3H^5)^2\right]$.

(*f*) $\left[-CH^2-CH(CH^3)-CH^2-CH^2-CHOH-CH(C^3H^5)\right]$.

(*g*) $\left[-CH^2-CH(CH^3)-CH^2-C(C^3H^5)^2-CHOH-C(C^3H^5)^2\right]$.

---

[1] Ce corps a déjà été signalé par M. Haller : *Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 1199.

[2] Les constantes de ces corps seront publiées ultérieurement.

[3] Ou peut-être $\left[-CH^2-CH^2-CH(CH^3)-CH(C^3H^5)-CHOH-CH^2\right]$.

2° *Propylcyclohexanones et propylméthylcyclohexanones et cyclohexanols.*

Cétone.	Formule.	Propriétés.		Oxime. Cristallise en	F.	Odeur.
Tétrapropylcyclohexanone..........	(*a*)	Prismes fondant à 43°		Ne donne pas d'oxime.		
α-méthyl-α'-propylcyclohexanone....	(*b*)	Liq. incol., mob., od. de menthone	$Éb^{765}_{corr.}$ 213°,5	tables	70°	menthe sauvage
α-méthyltripropylcyclohexanone.....	(*c*)	Liq. incol., mob., od. peu agréable	$Éb^{15}_{corr.}$ 152	Ne donne pas d'oxime.		
β-méthyl-α-propylcyclohexanone [1].	(*d*)	Liq. incol., mob., od. de menthone	$Éb^{765}_{corr.}$ 217	aiguilles groupées	78°-82°	pavot
β-méthyltétrapropylcyclohexanone..	(*e*)	Liq. inc., tr. visq., od. forte et désagr.	$Éb^{19}_{corr.}$ 181	Ne donne pas d'oxime.		
γ-méthyl-α-propylcyclohexanone.. .	(*f*)	Liq. incol., mob., odeur de menthone	$Éb^{750}_{corr.}$ 217	fines aig. groupées en houpp.	67°-68°	pavot
γ-méthyltétrapropylcyclohexanone ..	(*g*)	Prismes fondant à 49°		Ne donne pas d'oxime.		

(*a*) $\overline{\underline{CH^2 - CH^2 - CH^2 - C(C^3H^7)^2 - CO - C(C^3H^7)^2}}$.

(*b*) $\overline{\underline{CH^2 - CH^2 - CH^2 - CH(CH^3) - CO - CH(C^3H^7)}}$.

(*c*) $\overline{\underline{CH^2 - CH^2 - CH^2 - C(CH^3)(C^3H^7) - CO - C(C^3H^7)^2}}$.

(*d*) $\overline{\underline{CH^2 - CH^2 - CH(CH^3) - CH^2 - CO - CH(C^3H^7)}}$.

(*e*) $\overline{\underline{CH^2 - CH^2 - CH(CH^3) - C(C^3H^7)^2 - CO - C(C^3H^7)^2}}$.

(*f*) $\overline{\underline{CH^2 - CH(CH^3) - CH^2 - CH^2 - CO - CH(C^3H^7)}}$.

(*g*) $\overline{\underline{CH^2 - CH(CH^3) - CH^2 - C(C^3H^7)^2 - CO - C(C^3H^7)^2}}$.

Les dérivés monométhylés et monopropylés sont des isomères de la menthone.

Par réduction de toutes ces cétones au sodium et à l'alcool, on obtient les cyclohexanols correspondants.

---

[1] Ou peut-être $\overline{\underline{CH^2 - CH^2 - CH(CH^3) - CH(C^3H^7) - CO - CH^2}}$

2° *Propylcyclohexanones et propylméthylcyclohexanones et cyclohexanols* (suite).

Alcool.	Formule.	Éb. corr.		Liquide.	Odeur.	Phényluréthane.
Tétrapropylcyclohexanol..........	(*a*)	188° 25mm	Liquides incolores.	très visqueux	assez agréable	N'en donne pas.
α-méthyl-α-propylcyclohexanol....	(*b*)	115 25		mobile	de menthol	Liquide très visqueux.
α-méthyltripropylcyclohexanol.....	(*c*)	173 27		très visqueux	assez agréable	N'en donne pas.
β-méthyl-α-propylcyclohexanol ([1]).	(*d*)	107°-108° 17		assez mobile	de menthol	Liquide très visqueux.
β-méthyltétrapropylcyclohexanol...	(*e*)	185 18		visqueux	peu agréable	N'en donne pas.
γ-méthyl-α-propylcyclohexanol. ...	(*f*)	112 18		légèrement visqueux	de menthol	Liquide très visqueux.
γ-méthyltétrapropylcyclohexanol...	(*g*)	178 16		très visqueux	peu agréable	N'en donne pas.

(*a*) $CH^2 - CH^2 - CH^2 - C(C^3H^7)^2 - CHOH - C(C^3H^7)^2$ (cycle fermé)

(*b*) $CH^2 - CH^2 - CH^2 - CH(CH^3) - CHOH - CH(C^3H^7)$. (cycle fermé)

(*c*) $CH^2 - CH^2 - CH^2 - CH(CH^3)(C^3H^7) - CHOH - C(C^3H^7)^2$. (cycle fermé)

(*d*) $CH^2 - CH^2 - CH(CH^3) - CH^2 - CHOH - CH(C^3H^7)$. (cycle fermé)

(*e*) $CH^2 - CH^2 - CH(CH^3) - C(C^3H^7)^2 - CHOH - C(C^3H^7)^2$. (cycle fermé)

(*f*) $CH^2 - CH(CH^3) - CH^2 - CH^2 - CHOH - CH(C^3H^7)$. (cycle fermé)

(*g*) $CH^2 - CH(CH^3) - CH^2 - C(C^3H^7)^2 - CHOH - C(C^3H^7)^2$. (cycle fermé)

Les dérivés monométhylés et monopropylés sont des isomères des menthols.

Les hydrogénations catalytiques ont été effectuées en dissolvant la cétone allylée (40g) dans 200cm³ d'alcool en présence de nickel actif (10g ou 20g) à la température de 60° environ *et sous la pression atmosphérique*. La durée de l'opération dépend de l'activité du catalyseur, du nombre des liaisons doubles et probablement aussi de la constitution de la molécule.

([1]) Ou peut-être $CH^2 - CH^2 - CH(CH^3) - CH(C^3H^7) - CHOH - CH^2$. (cycle fermé)

Pour les dérivés monoallylés, l'hydrogénation a été complète en 2 à 3 heures, pour les autres en 5 à 6 heures.

Ces essais n'ont pas été effectués seulement dans le but de préparer les dérivés propylés qu'on vient de décrire, mais encore avec le dessein de vérifier si les hydrogénations de corps isomères ou infiniment voisins suivent une même loi pour un même catalyseur et si l'hydrogénation conserve la même allure pour des corps isomères et pour des catalyseurs différents. Malheureusement, ces recherches systématiques n'ont pu être effectuées que d'une façon très incomplète, *car un catalyseur donné peut provoquer l'hydrogénation d'un corps et être sans action pour une autre substance.* Ainsi le nickel, qui a permis l'hydrogénation de la β-méthylmonoallyl- et de la β-méthyltétrallylcyclohexanone, s'est montré inactif vis-à-vis de la γ-méthyl-α-allylcyclohexanone et a permis d'effectuer l'hydrogénation de la γ-méthyltétrallylcyclohexanone. En ce qui concerne son action sur la β-méthyltétrallylcyclohexanone, il y a lieu de remarquer que l'hydrogénation s'est arrêtée lorsque 85 pour 100 de la quantité théorique d'hydrogène ont été fixés. L'addition d'un nouveau catalyseur, après séparation du premier, a permis de terminer la réaction.

De toutes ces expériences il résulte :

1° Que les catalyseurs semblent être caractérisés par une action sélective qui se manifeste par leur faculté à ne pas hydrogéner certains corps ou à en hydrogéner d'autres [1];

2° Que pour des corps différents, mais isomères et de constitution très voisine, il n'existe aucune loi générale représentant mathématiquement l'absorption de l'hydrogène en fonction du temps; pour les dérivés polyallylés, certains nickels provoquent la saturation rapide d'*une ou deux* liaisons doubles et la saturation plus lente des autres, d'autres nickels saturent toutes les liaisons éthyléniques sans qu'il soit possible d'observer de phénomènes de ce genre;

3° Que, pour un même corps, l'action des catalyseurs *actifs* peut être également différente;

4° Que la méthode de M. Brochet permet de transformer des cétones incomplètes en *cétones saturées* ;

5° Que les propylcyclohexanones peuvent être obtenues avec un rendement très bon par hydrogénation des allylcyclohexanones correspondantes, tandis que l'alcoylation directe à l'amidure et à l'iodure de propyle ne

---

[1] Ce résultat a déjà été observé par M. Brochet.

permettrait pas de dépasser la monopropylation. De plus, le rendement en dérivé monopropylé serait très mauvais, voire même nul.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses au moyen des dérivés organométalliques mixtes du zinc. Cétones γ-chlorées et produits d'hydrolyse correspondants.* Note de M. **Henri Wohlgemuth**, présentée par M. A. Haller.

On ne connaît encore qu'un très petit nombre de termes parmi les cétones γ-halogénées et les réactions qui ont servi à les obtenir ne sauraient facilement être généralisées ([1]). L'emploi des dérivés organométalliques mixtes du zinc de M. E.-E. Blaise conduit, au contraire, à une méthode très générale. Si l'on part d'un chlorure d'acide γ-halogéné, on obtiendra une cétone γ-halogénée d'après la réaction suivante :

$$-CHX.CH^2.CH^2.COCl + IZnR = Zn\begin{cases}I\\Cl\end{cases} + -CHX.CH^2.CH^2.CO.R.$$

Dans cette formule générale, R peut représenter un radical carboné monovalent quelconque, acyclique ou cyclique, et, de plus, l'halogène X peut être en principe le chlore, le brome ou l'iode. Enfin on fera varier le degré de cette fonction et aussi la nature du radical halogéné en partant de différents acides γ-halogénés.

J'ai utilisé, pour obtenir les cétones γ-chlorées, deux acides : l'acide γ-chlorobutyrique et l'acide γ-chloro-*n*-valérique, étudiés dans une Note précédente; accessoirement, l'acide γ-bromo-*n*-valérique m'a permis de préparer une cétone γ-bromée.

La condensation des chlorures des acides γ-chlorés précédents avec l'iodure de zinc-éthyle, effectuée à 0°, ne fournit les cétones chlorées qu'avec un très faible rendement (10 à 15 pour 100). Il se forme des produits goudronneux, résultant d'une condensation plus avancée, et, parmi eux, j'ai pu isoler des éthers γ-chlorés d'alcools tertiaires, tels que :

$$CH^2Cl.CH^2.CH^2.C(C^2H^5)^2O.CO.CH^2.CH^2.CH^2Cl,$$

liquide bouillant à 172°-174° sous 17mm. Cette réaction anormale est à rapprocher de celle que fournissent, dans ces conditions, les chlorures d'acides α-chlorés ([2]).

([1]) Voir : γ-bromopropylméthylcétone, Lipp, *Berichte*, t. XXII, 1889, p. 1196; ω-bromopropylphénylcétone, W.-H. Perkin, *Chem. Soc.*, t. XLVII, 1885, p. 842.

([2]) E.-E. Blaise, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. IX. Conférence du 18 mars 1911.

On obtient, au contraire, les cétones γ-chlorées avec un rendement égal ou supérieur à 70 pour 100 en effectuant la condensation avec C^2H^5ZnI entre −15° et −20°. γ-Chloro-*n*-butyl-éthylcétone, $Éb_{13} = 79°$, semicarbazone, F. 129°-129°,5; γ-chloropropyl-éthylcétone, $Éb_{17} = 80°$-80°,5, semicarbazone, F. 118°; *p*-nitrophénylhydrazone, très altérable, F. 106°-107°; γ-bromo-*n*-butyl-éthylcétone, $Éb_{11} = 88°$-89°, semicarbazone, F. 142° (déc.). Ces cétones sont stables, la cétone bromée moins que les cétones chlorées; au cours de la distillation, elles prennent fréquemment des colorations assez intenses au début et vers la fin, sans paraître subir la plus légère altération. Les *p*-nitrophénylhydrazones correspondantes sont le plus souvent huileuses, et les semicarbazones, bien cristallisées, s'altèrent à la longue.

J'ai préparé également, à partir des mêmes acides γ-chlorés, deux cétones à radical non chloré cyclique, en employant les bromures de zinc-aryles.

La condensation, dans ce cas, s'effectue à 0°. Les cétones obtenues sont difficiles à isoler pures et ne peuvent l'être que par l'intermédiaire de leur semicarbazones : en lavant simplement celles-ci à l'éther de pétrole, on élimine les impuretés (diphényle, ditolyle) provenant de la préparation des bromures de zinc-aryles. Les cétones chlorées sont ensuite régénérées par l'action de HCl concentré et tiède. Ces cétones arylées s'altèrent légèrement quand on les distille dans le vide. γ-Chloro-*n*-butylphénylcétone, liquide, $Éb_{15} = 155°$-156°, semicarbazone, paillettes brillantes, F. 123°; γ-chloropropyl-*p*-tolylcétone, feuillets blancs très légers, F. 33°,5, semicarbazone, F. 186°.

Les cétones γ-chlorées acycliques se laissent facilement hydrolyser, par ébullition avec 10 fois leur poids d'eau, en se transformant en cétones-alcools γ correspondantes. Pour les isoler, on extrait à l'éther, après saturation au moyen de CO^3K^2 solide. Les cétones-alcools γ sont caractérisées par leur extrême tendance à se déshydrater en donnant des combinaisons α, β-dihydrofuraniques [1].

$$\begin{array}{ll} CH^2 - & CH^2 \\ | & | \\ -CHOH & CO - R \end{array} \rightarrow \begin{array}{ll} CH^2 - & CH \\ | & \| \\ -CH & C - R \\ \diagdown & \diagup \\ OH & OH \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} CH^2 \text{———} CH \\ -CH \quad\quad \| C - R \\ \diagdown \; \diagup \\ O \end{array}$$

Ces anhydrides ou alcoyldihydrofuranes s'obtiennent par distillation des cétones-alcools γ sous la pression atmosphérique (LIPP, *Berichte*, t. XXII, p. 1199); ils s'altèrent rapidement, par suite, vraisemblablement, d'une

(1) Voir : méthyldéhydropentone, MARSHALL et PERKIN, *Chem. Soc.*, t. LIX, 1891, p. 880.

polymérisation. Leur formation ne peut être évitée dans la distillation des cétones-alcools γ sous pression réduite et il est, par suite, difficile d'isoler ces cétones-alcools rigoureusement pures. γ-Oxy-*n*-butyl-éthylcétone, liquide incolore, huileux, $\text{Éb}_{11} = 86°,5$, anhydride, $\text{Éb} = 122°\text{-}123°$, semi-carbazone, F. 91°, phényluréthane, F. 79°. γ-Oxypropyl-éthylcétone, $\text{Éb}_{21} = 115°\text{-}116°$, anhydride, $\text{Éb} = 109°\text{-}110°$, phényluréthane, F. 84°.

On passe très aisément des cétones-alcools γ aux γ-glycols correspondants par réduction à l'aide de l'amalgame de sodium à 4 pour 100; huiles incolores incristallisables à — 20°, les glycols se transforment intégralement, par ébullition, avec H^2SO^4 aqueux à 33 pour 100, en oxydes de tétraméthylène ou alcoyltétrahydrofuranes. Ces oxydes, à point d'ébullition peu élevés, sont des composés très stables. Hexanediol-1.4, $\text{Éb}_{18,5} = 134°\text{-}135°$; diéther acétique, liquide mobile, $\text{Éb}_{14} = 122°$; diphényluréthane, F. 82°; oxyde (α-éthyltétrahydrofurane) $\text{Éb}_{770} = 107°\text{-}108$. Heptanediol-2.5, $\text{Éb}_{18,4} = 132°$; diphényluréthane, F. 147°, oxyde (α-éthyl-α'-méthyltétrahydrofurane), $\text{Éb} = 117°\text{-}118°$.

Certaines réactions de cyclisation intéressantes avaient été déjà signalées à propos des cétones-alcools γ. Lipp (*Berichte*, t. XXII, p. 1209) indique que la phénylhydrazine réagit à froid sur l'alcool acétopropylique $CH^3CO.CH^2.CH^2.CH^2OH$ en conduisant à un composé cyclique de formule suivante :

$$\begin{array}{c} \quad CH^2.CH^2 \\ CH^3.C \diagup \qquad \diagdown CH^2 \\ \quad \diagdown \qquad \diagup \\ N \;—\; N.C^6H^5 \end{array}$$

En répétant la même réaction, à froid, avec la γ-oxy-*n*-butyléthylcétone, j'ai obtenu une huile qui constitue la phénylhydrazone normale, non cyclisée, ainsi que le prouve l'analyse.

D'un autre côté, Marshall et Perkin (*loc. cit.*) indiquent que l'oxime de ce même alcool acétopropylique perd H^2O à 100° en se cyclisant. Or l'oxime de la γ-oxy-*n*-butyléthylcétone, huile incolore préparée à froid, distille dans le vide, à 149°-150° sous 13^{mm}, sans subir aucune déshydratation.

De tels produits cycliques peuvent, par contre, être obtenus facilement à partir des cétones γ-chlorées.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dioxytriazines.* Note de M. J. BOUGAULT, présentée par M. A. Haller.

Les dioxytriazines dont il va être question se rattachent toutes à la triazine asymétrique (*as*-triazine). Elles ont comme formule générale

$$R - C\begin{cases} \overset{6}{} \!\!\diagup\!\!\diagup N^{1} - NH^{2} \diagdown \\ \diagdown \overset{5}{C}O - NH \diagup \end{cases}\!\!\overset{3}{>}CO \quad \text{ou} \quad R - C\begin{cases} \diagup\!\!\diagup N^{1} - N^{2} \diagdown \\ \diagdown \overset{5}{C}OH = N \diagup \end{cases}\!\!\overset{3}{>}COH$$

(I). (II).

suivant qu'on suppose l'hydrogène acide lié à l'oxygène ou à l'azote : les résultats obtenus jusqu'ici parlent en faveur du schéma (I).

Une seule dioxytriazine a été signalée jusqu'ici; c'est la 6-méthyl-3.5-dioxytriazine, obtenue par Thiele et Bayley ([1]) en oxydant par le brome la dihydrodioxyméthyltriazine correspondante, celle-ci provenant elle-même de l'action de l'acide chlorhydrique sur le nitrile de l'acide carbonamido-hydrazopropionique $NH^2.CO.NH.NH.CH(CH^3)CN$.

Toutes mes dioxytriazines ont été préparées par une méthode très générale qui fait dériver ces nouveaux composés des semicarbazones des acides α-cétoniques.

En représentant par le schéma (III) les semicarbazones

$$R - C\begin{cases} \diagup\!\!\diagup N - NH \diagdown \\ \diagdown CO^2H \quad NH^2 \diagup \end{cases}\!\!>CO \rightarrow H^2O + R - C\begin{cases} \diagup\!\!\diagup N - NH \diagdown \\ \diagdown CO - NH \diagup \end{cases}\!\!>CO$$

(III).

des acides α-cétoniques, il est facile de voir que les dioxytriazines peuvent en dériver par simple déshydratation avec fermeture de la chaîne. Cette déshydratation s'effectue par un procédé très simple, bien qu'assez inattendu : par l'action à chaud des alcalis très dilués.

Ces dioxytriazines sont des corps cristallisés, insolubles dans l'eau. L'alcool bouillant est leur meilleur dissolvant et sert avantageusement à leur purification. L'éther, le benzène, le chloroforme les dissolvent peu ou point.

Leur point de fusion est très élevé, plus élevé que celui des semicarbazones dont elles dérivent; elles sont souvent sublimables sans altération.

([1]) *Liebig's Annalen*, t. CCCIII, 1898, p. 75.

Les dioxytriazines sont acides et peuvent être titrées, en solution alcoolique, en présence de phtaléine du phénol vis-à-vis de laquelle elles se comportent comme monoacides. Elles donnent par suite des sels et des éthers.

Les monoéthers s'obtiennent aisément en faisant agir le sel monopotassique sur un iodure d'alcoyle en solution dans l'alcool correspondant. Ils sont cristallisés, fondent plus bas que les dioxytriazines et sont aussi plus solubles dans les dissolvants organiques (éther, benzène, etc.).

Ces monoéthers qu'on aurait pu supposer neutres à la phtaléine (les dioxytriazines étant nettement monoacides) sont en réalité acides vis-à-vis de cet indicateur. Cette acidité est faible et ne se prête pas à un titrage, à cause de l'absence de netteté dans le virage. Elle révèle cependant la présence d'un deuxième hydrogène acide, ce qui est confirmé par l'obtention des diéthers.

Ces diéthers s'obtiennent comme les monoéthers. Ils sont cristallisés, fondent plus bas que les monoéthers et ont une solubilité plus étendue.

La décomposition des monoéthers par les alcalis est intéressante en ce qu'elle fournit un argument décisif en faveur de la formule de constitution (I) adoptée plus haut. En effet, le seul produit volatil fourni par ce dédoublement est la monométhylamine (dans le cas des éthers méthyliques); ce qui ne se comprend que si le méthyle s'est fixé à l'azote pendant l'éthérification.

Voici les principales dioxytriazines obtenues. Toutes sont du même type, ayant le même noyau dioxytriazine, la même position (6) de la chaîne latérale, et ne différant entre elles que par la nature de cette chaîne :

	Fond à
Diméthyléthyldioxytriazine $(CH^3)^3.C.C^3H^2O^2N^3$	285°
Phényldioxytriazine $C^6H^5.C^3H^2O^2N^3$	262
p-méthoxyphényldioxytriazine $CH^3O.C^6H^4.C^3H^2O^2N^3$	273
Benzyldioxytriazine $C^6H^5.CH^2.C^3H^2O^2N^3$	208
Phényléthyldioxytriazine $C^6H^5.CH^2.CH^2.C^3H^2O^2N^3$	194
Phényléthényldioxytriazine $C^6H^5.CH=CH.C^3H^2O^2N^3$	266
Pipéronaléthényldioxytriazine $CH^2O^2.C^6H^3.CH=CH.C^3H^2O^2N^3$	282

Comme on le voit, la méthode paraît assez générale et cette liste pourra être augmentée à volonté. Cependant, les essais pour préparer par cette voie la méthyldioxytriazine, c'est-à-dire le seul type de ce groupe connu avant ces recherches, sont restés infructueux. Je crois que la méthode

réussit d'autant mieux que le radical (R) de l'acide α-cétonique

$$R.CO.CO^2H,$$

qui sert de point de départ, est plus électronégatif.

GÉOLOGIE. — *Sur le Sénonien de Mazaugues* (*Var*). Note de M. **Léon Lutaud**, transmise par M. Pierre Termier.

Au nord de la crête de la Sainte-Baume, et du massif de la Loube, court une bande plus ou moins étroite de Crétacé supérieur, qui forme le plateau du Plan d'Aups, celui de Mazaugues et le bassin de Camps-les-Brignoles. Sur les cartes géologiques au $\frac{1}{80000}$ d'Aix et de Draguignan, ces formations sénoniennes sont cotées C^{8-7} et C^{9a}. Le C^{8-7} comprend le Crétacé supérieur marin, ainsi que les premières couches saumâtres (Santonien et Campanien inférieur). Le C^{9a} s'applique aux couches saumâtres et lagunaires comprises sous le nom de *Valdonnien* (Campanien supérieur).

Le Sénonien de Mazaugues, ainsi que l'avait déjà signalé M. Collot [1], est constitué par une alternance de bancs calcaires et de couches argilo-sableuses. Il repose sur le Jurassique supérieur (J^5), dont il n'est séparé que par la Bauxite, et forme au nord du village un plateau assez accidenté, que dominent au Sud de magnifiques escarpements jurassiques. Le Crétacé s'enfonce sous ces escarpements : il est très nettement recouvert par l'Hettangien, qui appartient à une grande nappe, dont le rebord, découpé par l'érosion, donne un contact anormal sinueux. Le plongement est très régulier vers le Sud, avec un pendage de 10° à 15° en moyenne.

Au point de vue stratigraphique, remarquons tout d'abord que l'alternance des bancs calcaires et des couches argilo-sableuses est loin d'être régulière. A la base, le faciès calcaire domine de beaucoup; au sommet, au contraire, les bancs calcaires sont de plus en plus réduits, et les couches détritiques prennent un grand développement. Voici, très résumée, la coupe qu'on observe, en partant de la Bauxite (coupe NS passant par Mazaugues) [2] :

Le Sénonien débute par une large bande de calcaires (45m à 50m d'épaisseur) où dominent des bancs clairs, compacts, relativement peu fossilifères (traces de Gasté-

(1) *B. S. G. F.*, 3e série, t. XVIII, p. 97.

(2) L'étude détaillée de la stratigraphie et une liste des fossiles du Sénonien marin de ces régions seront publiées ultérieurement.

ropodes : *Nerinea*, de Rudistes ; certaines couches sont très riches en Foraminifères, surtout à la partie supérieure : *Idalina antiqua*, *Lacazina*).

Au-dessus, on trouve une première intercalation détritique, où dominent les sables avec bancs de grès.

Une nouvelle bande calcaire, bien développée, constituée par des bancs grumeleux très riches en Rudistes et des couches à Foraminifères.

Puis de nouveau une intercalation sablo-argileuse, avec bancs d'argiles charbonneuses.

Enfin la série sénonienne se termine par une alternance, trois fois répétée, de calcaires grumeleux à Rudistes et de formations détritiques. Mais tandis que ces dernières prennent un grand développement vertical, les couches à Rudistes se réduisent à des bancs de quelques mètres d'épaisseur (parfois 1^m à $1^m,50$).

Les Hippurites et les Radiolites nous permettent de dater le Sénonien marin de Mazaugues. Les échantillons que j'ai trouvés appartiennent presque tous aux espèces suivantes [1] : *Orbignya sublævis*, *Vaccinites dentatus*, *V. Moulinsi* et *V. Beaussetensis*, *V. Galloprovincialis ; Præradiolites plicatus*, *Radiolites Galloprovincialis*. Ils confirment l'âge Santonien de ces dépôts.

Il est intéressant de remarquer que la topographie du plateau de Mazaugues souligne d'une manière frappante les alternances de stratification et la nature lithologique des couches. Les intercalations sablo-argileuses sont marquées par des bandes déprimées et cultivées. Les deux barres calcaires inférieures font saillie : la plus septentrionale, où dominent les calcaires compacts clairs, à lapiez, est un *Caire*, d'après la toponymie locale (*Caire de Sarrazin*) ; la seconde est une *Crau* (*Crau de Sarrazin*), d'après le caractère grumeleux de son calcaire, dont la désagrégation superficielle donne de nombreux petits cailloux.

Le Santonien serait surmonté, à l'est de Mazaugues, d'après la Carte géologique, par des couches saumâtres ou lagunaires rapportées au Valdonnien (Campanien supérieur). Or, mes observations m'ont permis de constater le retour des bancs à Rudistes, jusqu'au contact de l'Hettangien. Si, partant de la route de Brignoles vers le Sud, on fait la coupe jusqu'à l'Infralias, voici la succession qu'on obtient, bien visible au ravin des Caranques :

Sables clairs et argiles noirâtres, surmontés par un banc de calcaire à Rudistes à *Vaccinites Beaussetensis*, donc Santonien.

---

[1] Nous avons adopté, pour ces déterminations, la classification de A. Toucas (*Mémoires S. G. F.*, *Paléontologie*, nos 30 et 36).

Couches sableuses et petits bancs marneux à Gastéropodes et Lamellibranches indéterminables.

Sables et argiles noires charbonneuses.

Alternances de sables blancs et de couches argilo-sableuses rouges (20m).

Certains de ces dépôts sont lagunaires, et ressemblent beaucoup aux couches connues en d'autres points de la Provence comme valdonniennes. Mais, au-dessus de cet ensemble, on trouve dans des champs, au pied même des escarpements infraliasiques, des blocs calcaires fossilifères avec débris incontestables de Rudistes. Ces débris m'ont paru indéterminables en ce point; mais, en tenant compte du plongement général des couches et de la topographie, ces fossiles doivent être rapportés au même niveau que celui qui affleure à la Venelle, à l'ouest de Mazaugues. Or, à cet endroit, la présence de *Vaccinites dentatus*, *V. Beaussetensis* et *Præradiolites plicatus*, nous indique que nous avons encore à faire au Santonien.

Il y a donc un retour des couches marines santoniennes. En outre, je n'ai nulle part trouvé les *Couches à Cyrènes*, si caractéristiques, qui, au Plan d'Aups et ailleurs, séparent le Santonien du Valdonnien.

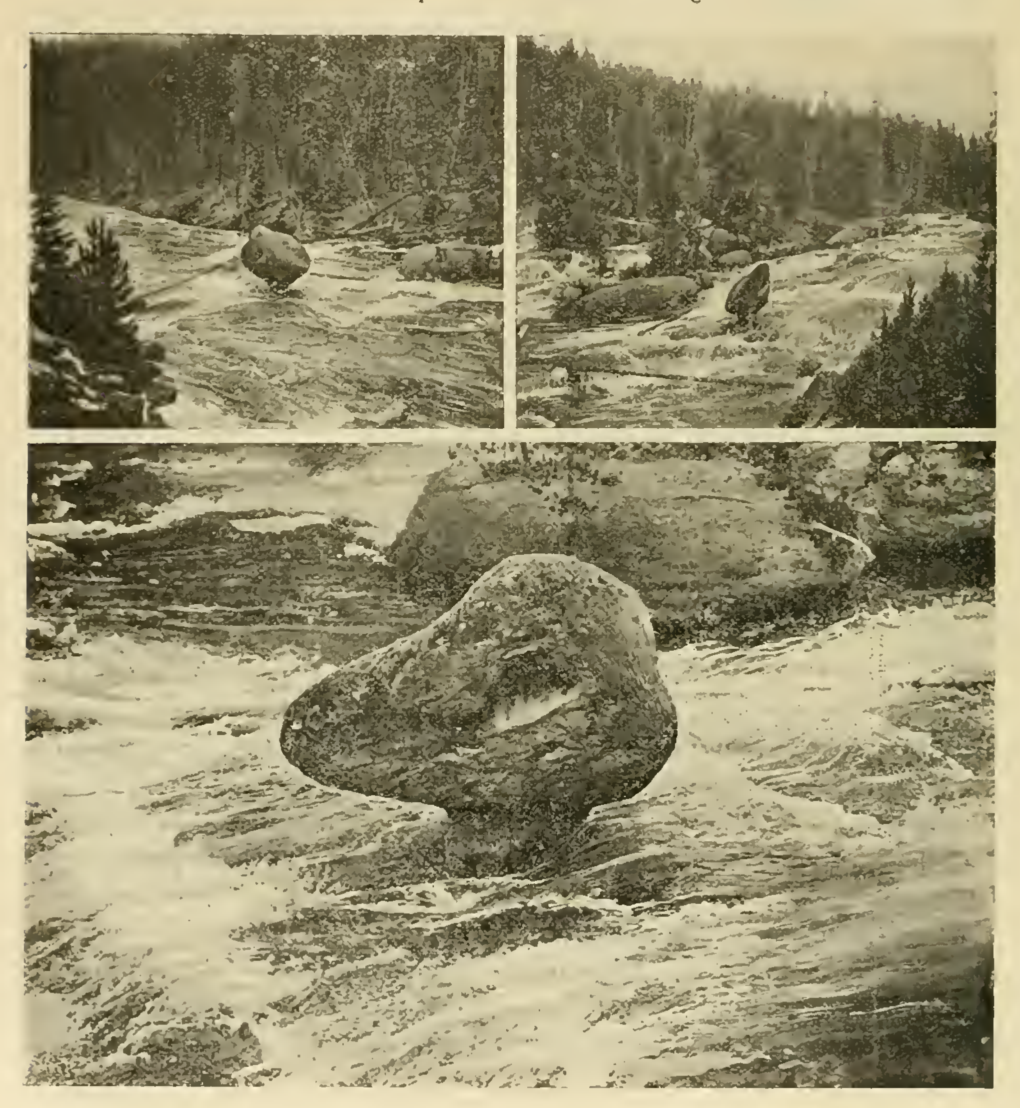
Ce retour des bancs à Hippurites serait à la rigueur explicable en supposant l'existence d'un pli synclinal couché, qui ramènerait les couches à Rudistes au-dessus du Valdonnien. Mais l'étude détaillée de la stratification, la régularité parfaite avec laquelle tous ces dépôts alternent et se couvrent en concordance, écartent cette hypothèse. Il y a donc lieu d'en déduire que le Valdonnien n'existe pas; les couches crétacées supérieures des environs de Mazaugues doivent être rapportées au Santonien, dont la stratigraphie témoigne, en cette région, d'un régime littoral et lagunaire dominant, avec trois ou quatre retours, très courts, du régime marin néritique.

Certaines observations analogues, faites au Col du Candelon, en compagnie de mon maître, M. Ém. Haug, nous incitent à croire qu'une partie du Valdonnien, indiquée sur la Carte au delà de Mazaugues jusqu'au bassin de Camps, doit être également rapportée au Santonien, comme à Mazaugues.

GÉOLOGIE. — *Sur l'origine torrentielle des roches pédonculaires.* Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. L. De Launay.

A diverses reprises, j'ai soutenu que les roches ruiniformes (perforées, pédonculaires, etc.) des calcaires sont dues beaucoup plus souvent à l'éro-

sion de vrais courants torrentiels qu'à l'action des pluies ou des vents [1]. J'ai notamment cité comme preuves de cette origine érosive les roches



Le Big Dutchman de la rivière Gibbon (Yellowstone).
En bas, vu de la rive gauche; à droite, vu de l'aval; à gauche, vu de l'amont.

pédonculaires du Verdon, de la galerie des sources à Chaleux (Belgique) et de divers chaos rocheux du type de Montpellier-le-Vieux (Aveyron).

---

[1] *Comptes rendus*, 26 juillet 1886, 5 mars 1906, 22 juin 1908, 19 octobre 1908; *Bulletin des Services de la Carte géologique*, n° 127, 1910; etc.

Au cours de l'excursion internationale de géographes, conduite aux États-Unis en 1912 par M. le professeur W.-M. Davis, j'ai rencontré, en plein courant, dans le parc du Yellowstone, un nouvel exemple absolument convaincant de ce processus. Au beau milieu de la rivière Gibbon, entre les deux bassins de geysers de Norris et de Fountain, dans la partie de la vallée appelée Gibbon Cañon, en amont de la cascade du même nom, un rocher de rhyolite se présente dans la position que montrent les vues ci-contre; celles-ci rendent toute description et tout commentaire superflus. Il est bien clair que c'est le torrent même qui a sculpté ce champignon de roche en place, amincissant son support au point de lui donner tout à fait la forme de la Tête de Chien ou roc Camparolié de Montpellier-le-Vieux. Il est probable qu'il ne s'écoulera pas un long temps avant que l'eau courante ait achevé de ronger le piédestal et fasse rouler la roche dans la rivière. En tout cas, ce n'est ni au vent, ni à la pluie qu'on peut attribuer la sculpture de ce monolithe appelé le *Big Dutchmann* (le grand hollandais) ou le *Big Nose* (le grand nez); sa silhouette est tout à fait analogue à celle de certaines roches de Fontainebleau (Mausolées d'Apremont et de Barbizon, Bilboquet du Diable, Sphinx des Druides, etc.). Après le calcaire et les grès, voici donc une formation volcanique, qui fournit une raison de plus de considérer, comme ayant été véritablement érodées par des courants torrentiels, les formes analogues, même lorsqu'on les rencontre dans des positions fort élevées au-dessus des thalwegs actuels (Table du Diable de Saint-Mihiel, etc.). Sans nier en aucune façon les actions éoliennes et pluviales, il convient donc de reconnaître formellement à l'érosion torrentielle la réelle prépondérance qui lui appartient dans la ciselure de l'écorce terrestre.

GÉOPHYSIQUE. — *Essai de vérification de la nouvelle théorie physique sur la formation des océans et continents primitifs.* Note de M. Emile Belot, transmise par M. Pierre Termier.

Dans une précédente Note ([1]) j'ai montré comment le mouvement de translation de la Terre dans la nébuleuse originelle avait produit dans l'atmosphère primitive une circulation toroïdale amenant les courants descendants et froids sur l'Antarctide, qui reçut ainsi la première précipi-

([1]) *Comptes rendus*, t. 158, 2 mars 1914, p. 647.

tation aqueuse. Deux autres causes concourent à refroidir d'abord l'Antarctide : son altitude de 3000^m et la détente gazeuse qui se produit au-dessus d'elle et qui la refroidit par le même mécanisme thermodynamique dont on constate les effets de refroidissement à l'arrière des projectiles terrestres.

Appliquons cette théorie aux corps volatils autres que l'eau, et parmi eux aux chlorures, iodures et fluorures alcalins volatils entre 700° et 800°. A cette température, ils devaient exister dans l'atmosphère primitive comme ils se trouvent dans les fumerolles des volcans (sylvine); ils se sont donc condensés sur l'Antarctide avant l'eau qui s'y est précipitée dès que la température a baissé au-dessous de 364°. Ainsi l'eau s'est salée de suite à un taux de salure qui, au début, était voisin de la saturation.

Si, au contraire, la mer, formée d'abord d'eau douce, s'était progressivement salée par lixiviation des continents, suivant l'hypothèse de Joly, la végétation n'aurait pu apparaître dès le début de l'ère primaire, car la végétation, détruite dans un sol contenant 0,5 pour 100 de chlore, est peu florissante dans un sol qui en contient 0,2 pour 100. Si les continents primitifs avaient eu une teneur de 2 pour 100 de chlore comme la mer actuelle, ils n'auraient pu, dès le debut de l'ère primaire, avoir perdu par lixiviation les $\frac{9}{10}$ de leur chlore d'autant que les plissements orogéniques ultérieurs pouvaient ramener à la surface des roches non dessalées. Si l'eau occluse dans les roches (1 pour 100 d'après les analyses de M. A. Gautier) est de l'eau de mer à 2 pour 100 de chlore, les roches contiendraient 0,02 pour 100 de cet élément, et c'est bien en effet leur teneur réelle, d'après les analyses de Clarke.

Ainsi l'eau des granits et gneiss anciens serait de l'eau de mer *fossile*, suivant l'heureuse expression appliquée par M. Moureu aux gaz émanant de la Terre. A l'origine, ces roches se seraient formées, non en profondeur, mais à la surface du noyau où elles rencontraient au niveau -2520^m les conditions de pression (200^{atm} à 300^{atm}) et de température (200° à 364°) nécessaires à leur formation en même temps que l'eau de mer qui leur a fourni divers éléments chimiques.

Plusieurs conséquences dynamiques peuvent aussi être tirées de la nouvelle théorie. L'érosion de l'Antarctide que montrent les échancrures des mers de Weddell et de Ross fournit d'abord les matériaux des sédiments transportés vers le Nord par les courants océaniques. Ces sédiments forment des môles et des barrages dont on suit la trace marquée par les pointes de continents, par des îles et des hauts fonds de moins de 4000^m, entre les parallèles 40° et 50° Sud dans l'océan Atlantique et l'océan

Indien. Ces barrages, qui seront rompus à la fin de la condensation aqueuse, forcent l'eau à envahir d'abord le lit du Pacifique, qui sera le plus ancien des océans.

Mais cet apport dissymétrique des eaux a une première conséquence : le centre de gravité d'une masse isolée comme la Terre ne peut changer. Toute masse qui, comme l'eau, répartie d'abord dans toute l'atmosphère, se concentre d'un côté du noyau, doit avoir sa compensation dans la surrection d'une masse équivalente diamétralement opposée. Ainsi *les continents, ou tout au moins leurs môles archéens, auront pour antipodes des mers.* Or, cette relation se vérifie très exactement et rend peu probable, à cause des môles anciens de l'Eurasie et de l'Afrique, l'existence primitive d'un continent antipode dans le Pacifique.

La même condition d'équilibre autour du centre de gravité exige encore que *le poids des océans soit égal à celui des terres au-dessus du niveau de base* -2520^{m}. Et, en effet, avec les densités (2,7 — 1,03) des terres et des océans, et le rapport 3 à 7 de leurs surfaces, on trouve au moins en première approximation :

$$(1) \qquad 2,7\,(2520 + 700) \times 0,3 = 3600 \times 1,03 \times 0,7$$

(3600^{m} profondeur moyenne des mers).

Mais ce n'est pas tout : si l'on considère que l'érosion du noyau anhydre par les eaux a porté du niveau -2520^{m} au niveau -3600^{m} sur des silicates anhydres de densité moyenne 3,45 (amphibole, péridot, pyroxène, etc.), on peut égaler le poids de l'érosion à celui des continents édifiés sur le niveau de base -2520^{m}, et formés de silicates hydratés de densité 2,7 :

$$(2) \qquad (3600 - 2520) \times 0,7 \times 3,45 = (2520 + x) \times 2,7 \times 0,3$$

(x hauteur des continents au-dessus du niveau de la mer), on trouve $x = 700^{m}$. Puisque $2520 = 3600 \times 0,7$ la relation (2) exprime aussi qu'*une hauteur de* 2520^{m} *de silicates anhydres de densité* 3,45 *foisonne de* 700^{m} *de hauteur pour passer à la densité* 2,7 *des silicates hydratés.*

Les relations (1) et (2) combinées montrent encore que, *pour édifier les continents au-dessus du niveau primitif du noyau, les océans ont érodé un poids de l'écorce égal à leur propre poids.*

Enfin les sédiments provenant du fond des océans primitifs et ayant formé les roches du soubassement des continents ont dû s'enfoncer dans la croûte alors peu épaisse, chassant sous les mers le magma fondu de profondeur qui a fourni ses matériaux les plus légers à l'érosion tant qu'a duré la

circulation torrentielle des eaux océaniques vers le Nord. Il n'est donc resté sous les mers primitives que les matériaux les plus lourds (scorie ferro-magnésienne), ce qui expliquerait l'intensité de la gravité et du magnétisme (expérience de la magnéto-sphère de Wilde) plus grande sur les mers que sur les terres.

HYDROLOGIE. — *Analyse physique de quelques sources d'Évaux-les-Bains.* Note [1] de MM. **Cluzet** et **Th. Nogier**, présentée par M. d'Arsonval.

Parmi les nombreuses sources qui jaillissent à Évaux-les Bains (Creuse) nous avons choisi les plus employées et celles dont l'action curative est la mieux connue.

Nous avons d'abord mesuré (24 février 1914) la température au griffon des sources César et Sainte-Marie; on trouvera ci-dessous la valeur moyenne de nos déterminations. La température de Vesta n'a pu être prise au griffon, car celui-ci est inaccessible. Nous avons ensuite prélevé, avec toutes les précautions d'usage, les eaux et les gaz qui devaient être analysés. Les bulles gazeuses étaient rassemblées par un large entonnoir, renversé et maintenu dans l'eau, qui conduisait les gaz dans un flacon. Aussitôt rempli, celui-ci était bouché hermétiquement sous l'eau, puis cacheté. Nous avons procédé sur place à quelques mesures de la radioactivité. Ces mesures ont été complétées ensuite au Laboratoire de Physique médicale de l'Université de Lyon, où nous avons encore déterminé la densité, le point de congélation et la résistivité des eaux.

La technique suivie pour mesurer la radioactivité des eaux consistait à extraire par ébullition et jusqu'à épuisement complet les gaz dissous; ceux-ci étaient aspirés ensuite par une pipette à mercure graduée, dans laquelle ils venaient s'accumuler après avoir passé à travers un tube desséchant à chlorure de calcium. D'ailleurs, la chaudière parfaitement étanche dans laquelle se produisait l'ébullition de l'eau était munie à sa partie supérieure d'un serpentin réfrigérant, de manière à condenser la vapeur d'eau qui était entraînée avec les gaz. De la pipette, les gaz étaient renvoyés à travers un deuxième tube desséchant et dans le cylindre déperditeur.

La radioactivité était alors mesurée au moyen d'un électroscope de Curie, placé au-dessus du cylindre. Plusieurs mesures ont été effectuées pendant les 4 heures qui suivaient le début de l'introduction des gaz dans le déperditeur; la moyenne des nombres obtenus au moment où la chute de la feuille électroscopique s'effectuait avec la vitesse minima, entre la troisième et la quatrième heure, faisait connaître la radio-

---

[1] Présentée dans la séance du 29 juin 1914.

activité du gaz enfermé dans le déperditeur. Il était ensuite tenu compte de la décroissance exponentielle de l'émanation à dater de l'heure de l'embouteillage, et l'on ramenait à 1^l d'eau les résultats obtenus.

L'étude des gaz dégagés spontanément aux griffons a été faite d'après une technique analogue; on substituait seulement le flacon contenant le gaz à la chaudière contenant l'eau thermale, et l'on mesurait au moyen de la pipette le volume du gaz, à la pression atmosphérique, qu'on renvoyait dans le déperditeur. On ramenait ensuite le résultat obtenu à 1^l de gaz.

Plusieurs expériences de contrôle ont été réalisées, soit au moyen de l'eau du Rhône, soit au moyen de l'air atmosphérique; dans tous les cas, l'électroscope indiquait une radioactivité nulle. De plus on tenait compte, s'il y avait lieu, de la vitesse de chute observée à vide entre deux déterminations de radioactivité.

L'étalonnage de l'électroscope a été effectué au moyen d'un barboteur étalon contenant $0^{mg},000235$ de $RaBr^2$ en solution et dégageant $0^{mg},309$ par minute d'émanation en 24 heures; ce barboteur a été fourni et étalonné par la Société de Mesures.

Outre la température et la radioactivité, nous avons déterminé, au moyen de techniques qui sont bien connues, les constantes physiques dont on trouvera les valeurs dans le Tableau ci-dessous :

Source.	Température au griffon en degrés centigrades.	Densité.	Point cryoscopique en degrés centigrades.	Résistance en ohms.	Radioactivité. Émanation du radium en millimicrocuries par litre au griffon.
Eau de la source César........	55°,6	1,0006	0°,06	515,06	2,34
Eau de la source Sainte-Marie.	50,4	1,0010	0,06	503,66	1,06
Eau de la source Vesta........		1,0009	0,06	498,91	1,61
Gaz de la source César					80,09
Pulverarium................					53,44

Si l'on s'en rapporte au *Tableau des résultats analytiques* de 70 sources publié récemment par Moureu, on constate que 5 sources seulement ont une radioactivité supérieure à celle de César. Ce sont : Badgastein, La Bourboule (Choussy), Bagnères-de-Luchon (Bordeu), Plombières (Vauquelin) et La Chaldette. D'ailleurs, le débit gazeux de la source César, que nous évaluons à 262000^l par an, est de beaucoup supérieur aux débits gazeux de Plombières (17250^l) et de La Chaldette (16800^l).

La source César peut donc être considérée comme l'une des sources produisant le plus d'émanation.

Moins radioactifs que ceux de César, les gaz du Pulverarium sont cependant encore plus riches en émanation que la plupart des sources radioactives connues.

BOTANIQUE. — *Sur la constitution des graines de* Musa.
Note (¹) de M. Henri Lecomte, présentée par M. L. Mangin.

Il est constant de ne rencontrer aucune graine dans les bananes comestibles, qui sont les fruits de diverses variétés cultivées de *Musa paradisiaca* L. Les bananiers sauvages, au contraire, peuvent donner des fruits non comestibles, remplis de graines, surtout *Musa Ensete* Gmel., *M. textilis* Nees, *M. religiosa* Dyb., *M. coccinea* Andr., etc.

Or, tous les botanistes décrivent les graines de ces *Musa* avec quelques particularités intéressantes, mais inexpliquées, dont les deux principales sont : la présence d'un opercule très net à la région micropylaire et, ensuite, celle d'une cavité supplémentaire au pôle de la graine opposé au micropyle.

Ayant eu l'occasion de rencontrer de beaux exemplaires de *M. coccinea* Andr., dans le Haut-Tonkin, nous avons pu recueillir les matériaux nécessaires pour suivre le développement de la graine :

1° L'opercule forme un bouchon de la forme d'un tronc de cône fermant l'ouverture micropylaire. Il est constitué par un tissu à membranes cellulaires épaissies et lignifiées. Un parenchyme mou, formé de cellules à membranes minces, non lignifiées, le double extérieurement. L'opercule et ce parenchyme sont traversés par un canal très étroit qui vient s'ouvrir au dehors, près du point d'attache du funicule.

L'ouverture micropylaire primitive est celle qui est occupée à la fin par l'opercule; mais, peu à peu, le parenchyme mou extérieur se développe en rétrécissant l'ouverture et finit par s'engager dans le micropyle primitif, sous forme d'un bourrelet circulaire se développant du dehors vers le dedans et c'est ce bourrelet qui épaissit et lignifie ses membranes cellulaires pour former l'opercule.

Ce mode de développement de l'opercule explique la persistance, dans son axe, d'un canal micropylaire généralement très étroit.

2° En ce qui concerne l'origine de la partie supplémentaire située au pôle de la graine opposé à l'opercule, c'est aussi l'étude des ovules jeunes qui a permis d'en trouver l'explication.

De très bonne heure, la région chalazienne de chacun des ovules anatropes, contenus dans l'ovaire, se renfle peu à peu et forme une sorte d'ovule supplémentaire opposé à l'ovule véritable et comme greffé sur la chalaze de ce dernier.

Dans cette formation anormale, on ne reconnaît, il est vrai, aucune séparation nette permettant de distinguer un nucelle et ses enveloppes. C'est un massif cellulaire, en apparence continu, dans lequel se développe cependant une couche de cellules allongées parallèlement à la surface et à membranes épaissies et lignifiées, analogue à celle qui forme la zone interne du tégument séminal. Il se forme même, au sommet opposé

(¹) Présentée dans la séance du 29 juin 1914.

à la chalaze, une dépression d'apparence micropylaire, avec un bourrelet circulaire à membranes fortement lignifiées presque semblable à l'opercule de la graine. Et, dans l'axe de ce pseudo-opercule, subsiste une colonne de cellules à membranes minces rappelant le canal micropylaire de l'opercule. A cette colonne correspond une dépression visible extérieurement, qui se détache souvent d'une façon très nette au sommet des graines de *Musa*.

Dans l'ovule supplémentaire, ainsi placé au bout de l'ovule normal, se différencient de très bonne heure, au voisinage de la chalaze commune, des cellules plus grandes que les cellules voisines et à contenu brunâtre. Ces cellules, placées côte à côte, se développent bientôt parallèlement à la surface de l'organe et leur ensemble dessine une sorte de coupe incluse. Elles s'agrandissent peu à peu, prennent les mêmes caractères de forme et de contenu que les laticifères du reste de la plante et il arrive souvent que les tissus renfermés dans cette coupe se détruisent peu à peu et provoquent la formation d'une cavité centrale dans laquelle persistent les substances de couleur brun rougeâtre des cellules laticifères et qui sont des matières azotées avec une forte proportion de tannin.

En somme, chaque graine provient en réalité d'un ovule double : 1° un ovule anatrope normal à micropyle tourné vers l'axe de l'ovaire, pouvant facilement recevoir les tubes polliniques et se transformer en graine; 2° un ovule orthotrope, opposé au premier et ayant avec lui une chalaze commune, mais se développant anormalement et avortant de façon constante.

La graine véritable, provenant du premier ovule, contient un embryon avec un abondant albumen dont les cellules sont riches en amidon et en cristalloïdes d'aleurone, sans trace de tannin. L'ovule avorté se désorganise intérieurement, ne produit aucun embryon et fournit un organe dont la masse centrale, de nature azotée, se montre très riche en tannin. L'origine de cette partie annexe était inconnue.

Le centre de la chalaze ne contient pas de faisceaux libéro-ligneux. Il en résulte que le milieu du tissu chalazien, séparant la graine véritable de l'organe avorté, est formé de cellules à membranes minces, non lignifiées et que les échanges peuvent facilement s'établir au travers de cette cloison de séparation.

3° Nous nous sommes naturellement demandé quel pouvait être le rôle des sublances tannifères de l'organe annexe au moment de la germination.

Il n'est pas difficile de s'assurer que, pendant la période de germination, de l'eau passe de la graine dans l'organe annexe, au travers de la région chalazienne et dissout plus ou moins complètement la substance brune signalée plus haut.

Ayant pris un certain nombre de graines de *Musa religiosa*, qui présentent à peu près la taille d'un pois, nous en avons fait deux lots égaux : les graines du premier lot

ont été mises à germer sans aucune préparation spéciale; celles du deuxième lot ont subi auparavant une sorte de trépanation qui a permis d'enlever la substance brune tannifère, en prenant soin de ne pas léser la cloison chalazienne et en fermant ensuite l'ouverture par de la cire à cacheter.

Les graines du premier lot ont germé sans aucune exception. Celles du deuxième lot, qui ne différaient des premières que par l'absence de la substance azotée tannifère, se sont montrées réfractaires à la germination, à l'exception d'une seule qui accusait d'ailleurs, un retard sensible et pour laquelle l'enlèvement toujours très délicat de la substance brune n'était probablement pas aussi complet que pour les autres. Mais chez toutes, l'embryon avait subi une première phase de développement. Ces graines étaient donc susceptibles de germer et il faut en conclure que les substances tannifères accumulées dans la cavité annexe des graines de *Musa* sont indispensables pour que la germination normale se produise.

En résumé : 1° l'opercule des graines de *Musa* est dû à un développement spécial de la zone externe de la primine et cet opercule est percé d'un canal micropylaire; 2° chaque graine normale, provenant d'un ovule anatrope, est flanquée d'un organe annexe issu d'un ovule frappé d'avortement et développé sur la chalaze de l'ovule fertile; 3° les substances accumulées dans cet organe annexe paraissent nécessaires pour que la germination des graines se produise.

Par ces caractères, les graines de *Musa* se montrent différentes de toutes les autres.

PHYSIOLOGIE. — *Observations sur l'action physiologique du climat de haute montagne.* Note de MM. H. Guillemard et G. Regnier, transmise par M. Armand Gautier.

L'un de nous a indiqué dans une Note précédente [1] que le séjour en haute montagne produit chez les animaux une azotémie caractérisée surtout par une augmentation de l'azote résiduel. Ce fait paraît devoir dominer la pathogénie du mal d'altitude dont la symptomatologie se rapproche par tant de points de celle de l'urémie. Les phénomènes suivants semblent relever de cette toxémie spéciale.

Nous avions observé à plusieurs reprises, en redescendant à Chamonix après un séjour prolongé au mont Blanc, que le pouls est anormalement ralenti. Ce phénomène pouvait être attribué à l'accroissement de la capacité respiratoire du sang due à l'hyperglobulie, qui paraît être le mécanisme,

---

[1] *Comptes rendus*, t. 158, p. 358.

non complètement démontré d'ailleurs, de l'acclimatement à l'altitude. Cette observation présentait à cet égard un certain intérêt; mais il importait, pour conclure, de joindre à l'étude du rythme cardiaque celle du débit respiratoire.

Nous avons, au cours de notre campagne de l'été dernier, repris cette étude en lui appliquant la méthode graphique.

Nous inscrivions simultanément, sur le cylindre enregistreur. le temps, le pouls, la respiration (pneumographe de Marey) et aussi le débit respiratoire de la façon suivante : à l'aide d'unesoupape de Chauveau le sujet en expérience envoyait l'air expiré dans un spiromètre sensible devant le cadran duquel on disposait un tambour de Marey de façon telle que l'aiguille vînt à chaque tour heurter légèrement le levier du tambour, ce qui se traduisait sur le tracé obtenu à l'aide d'un second tambour accouplé au premier, par une petite encoche renouvelée à chaque litre d'air expiré. Les tracés permettent donc d'apprécier, en fonction du temps, les rythmes cardiaque et respiratoire et le débit respiratoire; cette dernière donnée n'est d'ailleurs comparable à elle-même que dans des conditions semblables de température et de pression. Les expériences avaient lieu le matin à jeun, après un repos prolongé pendant les jours qui précédaient et ceux qui suivaient immédiatement le séjour en montagne.

On peut résumer comme il suit les résultats obtenus :

1. Quand on redescend en plaine après avoir passé 5 à 6 jours à une altitude voisine de 4500^{m}, on observe souvent que le pouls est notablement plus lent qu'avant l'ascension; c'est ainsi que nous avons noté 59 et 45 pulsations chez des sujets dont le pouls normal bat respectivement 78 et 64 fois à la minute. Ce phénomène ne dure que quelques jours et peut ne pas apparaître immédiatement après la descente, mais seulement 1 ou 2 jours après. Il présente très nettement le double caractère suivant : on ne le constate que lorsque le séjour en montagne a donné lieu à des manifestations intenses du mal d'altitude, dont il apparaît comme un symptôme tardif. En second lieu, il est tout à fait indépendant de la fatigue musculaire qu'occasionne la descente; nous ne l'avons jamais observé à la suite de courses fatigantes et il a fait totalement défaut à notre dernière descente du mont Rose malgré la rapidité avec laquelle nous l'avons à dessein effectuée : nous avons, en effet, passé en moins de 24 heures de l'altitude de la Cabane Marguerite (4560^{m}) à celle de Varallo (451^{m}); mais pendant notre séjour au sommet nous avions été à peu près indemnes du mal de montagne.

2. Le rythme respiratoire, sensiblement accéléré au-dessus de 4000^{m}, revient à la normale dès le retour en plaine. Mais le débit respiratoire se

montre très supérieur à ce qu'il était avant l'ascension, ainsi qu'en témoignent les chiffres suivants qui représentent la moyenne de nombreuses mesures faites à Chamonix avant et après un séjour d'une semaine à l'Observatoire Vallot :

	H. G.		G. R.	
	Avant.	Après.	Avant.	Après.
Débit respiratoire apparent par heure....	429^{l}	504^{l}	400^{l}	532^{l}
Débit respiratoire réel par heure........	340^{l}	398^{l}	316^{l}	420^{l}

De même que le précédent, ce phénomène est indépendant de la fatigue musculaire et lié aux manifestations intenses du mal d'altitude.

De ces observations on ne peut rien conclure en faveur de l'hyperglobulie puisqu'il est impossible de savoir dans quelle mesure le ralentissement de la circulation compense l'exagération du débit respiratoire. Ces phénomènes paraissent être sous la dépendance étroite de la toxémie qui caractérise le mal d'altitude.

3. Nous avons pu obtenir sur l'un de nous, pendant notre séjour à la Cabane Marguerite, des tracés de respiration périodique. On sait que Mosso a attribué ces troubles respiratoires à l'acapnie, c'est-à-dire à la diminution de la tension du gaz carbonique dans le sang. Cette hypothèse a soulevé de nombreuses objections et l'analogie de ce phénomène avec les rythmes respiratoires périodiques de l'urémie ou de l'intoxication morphinique expérimentale permet d'envisager une autre explication, l'accumulation dans le sang d'azote non uréique. Il faut noter toutefois que la respiration périodique peut apparaître chez des sujets qui ne présentent par ailleurs que de légers symptômes de mal de montagne.

Nous poursuivons actuellement l'étude expérimentale de la toxicité des composés azotés non uréiques de l'urine émise au cours du mal d'altitude et nous espérons pouvoir faire en montagne de nouvelles recherches sur l'azotémie.

PHYSIOLOGIE. — *Une série de lois de croissance basées sur deux mille observations d'enfants, trois cent mille mesures et cent mille notations* (1891-1893-1914). Note (*) de M. **Paul Godin**, présentée par M. Edmond Perrier.

De mes diverses Notes de 1900, 1910, 1911 et 1912 se dégagent les lois de croissance suivantes (**) :

I. *Lois relatives aux alternances des accroissements.* — 1. L'os long grossit et allonge *alternativement*. Les repos de l'allongement sont utilisés par le grossissement [(1) et (3)].

2. Les périodes d'activité et de repos qui se succèdent semestriellement dans l'accroissement en longueur d'un os long, sont contrariées pour les deux os longs consécutifs d'un même membre [(1) et (3)].

3. Le semestre représente la durée moyenne de l'alternance d'un grand nombre d'accroissements.

Des alternances d'accroissements, d'une durée beaucoup plus longue, évoluent autour de la puberté [(3) et (12)].

4. La taille doit la plus grande part de son développement : *avant* la puberté au *membre inférieur*, *après* la puberté au *buste* (1).

5. Les principaux accroissements péri-pubertaires de la taille se produisent pendant les deux semestres qui précèdent l'éclosion de la puberté. Les principaux accroissements péri-pubertaires du poids ont lieu pendant le semestre même de l'éclosion de la puberté et pendant les deux semestres qui la suivent [(1) et (3)].

6. La croissance est surtout *osseuse avant* la puberté, et surtout *musculaire après* elle [(1) et (3)].

II. *Lois relatives à la puberté.* — 1. Le début de la pousse des poils pubiens P^1 précède de trois semestres en moyenne l'éclosion de la puberté $P^3 A^1$ (12).

2 et 3. Dans le sexe masculin, le début de la pousse des poils du creux de l'aisselle répond à l'éclosion pubertaire (1). Dans le sexe féminin, ils appa-

---

(*) Présentée dans la séance du 29 juin 1914.

(**) Voir les notes à la fin auxquelles renvoient les chiffres entre parenthèses, qui suivent l'énoncé de chacune des lois.

raîtraient avec un léger retard sur la première menstruation, d'après le Dr Marthe Francillon.

4. P^5A^5, qui marquent la fin de la phase pubertaire, surviennent quatre semestres environ après P^3A^1 [(1) et (2)].

5. 12 à 17 ans séparent la puberté de la naissance. Deux années suffisent pour son installation. Au delà, trois années sont nécessaires pour achever la croissance et atteindre la nubilité [(11) et (12)].

6. La puberté est *précoce* ou *tardive*, selon la valeur de l'alimentation placentaire [(9) et (11)].

7. La puberté est la *période de maturation des organes de reproduction;* elle répond à la maturité de l'encéphale, mais marque seulement le début de la dernière étape du soma vers sa maturité (9).

8. La puberté détermine normalement des inégalités de l'accroissement, qui ont pour objet l'appropriation définitive du soma à la fonction de reproduction, mais qui entraînent souvent des troubles temporaires, non pathologiques : « mue de la voix », « vergetures de croissance » et autres troubles qui s'accompagnent chez l'écolier de gênes diverses à répercussion psychique [(9) et (10)].

9. La durée normale des effets de l'accroissement inégal pubertaire dépend de celle de l'alternance des accroissements auxquels ils se rattachent (12). Elle peut être prolongée sous l'action de causes éventuelles amenant des troubles pathologiques [(9) et (10)].

10. La puberté a sur le pigment une action inverse suivant qu'il s'agit du pigment de la peau et des cheveux qu'elle fonce ou du pigment de l'iris qu'elle éclaircit (1).

III. *Lois relatives aux proportions pendant la croissance.* — 1. De l'enfant naissant à l'homme, chaque segment a sa manière propre de se comporter vis-à-vis de la taille (4).

2. Si l'accroissement proportionnel est supérieur à celui de la stature pour un segment du corps, il lui est inférieur pour le segment situé immédiatement au-dessous ou au-dessus [(4) et (8)].

3. Tel segment qui progresse relativement plus que la stature jusqu'à la puberté, retarde sur elle au delà de l'âge pubertaire et réciproquement [(4) et (8)].

4. Les proportions de largeur, en général, présentent des variations

propres qui sont en corrélation avec celles des proportions de longueur du tronc [(7) et (8)].

5. Il existe trois phases dans l'évolution des variations présentées par les proportions de longueur et de largeur au cours de l'ontogénie post-fœtale : la première s'étend de la naissance à 6 ans, la deuxième de 6 à 15 ans, et la troisième de 15 ans à l'âge adulte (8).

6. Des proportions déterminées pour chaque catégorie de constitutions organiques répondent à la période pubertaire, et le plus souvent à l'éclosion même de la puberté [(11) et (12)].

7. Les proportions permettent, en conséquence, de connaître d'une manière approchée le laps de temps qui, à un moment donné, sépare un enfant de sa puberté (11).

8. A 6 ans en moyenne, neuf années environ avant la puberté, les proportions sont telles, pendant un semestre ou deux, que la silhouette de l'enfant donne une idée de celles de l'adulte futur [(4) et (8)].

IV. *Lois relatives aux asymétries normales.* — 1. Il règne entre les organes binaires une asymétrie corrélative de l'hyperfonction : chez le droitier, le membre supérieur droit est plus long et plus gros, l'épaule droite plus basse, etc., caractères qui passe à gauche chez le gaucher (5).

2. L'évolution des asymétries normales des organes binaires et du tronc progressent à travers l'âge en sens inverse de la croissance, mais dans le même sens que la fonction (5).

3. La supériorité de longueur et de grosseur du membre supérieur siège souvent au côté opposé pour le membre inférieur.

4. Les pavillons des oreilles offrent une notable et constante asymétrie, que la croissance tend à effacer [(5) et (6)].

NOTES.

(1) *Recherches anthropométriques sur la croissance des diverses parties du corps*, p. 107, 108, 111, 119, 120, 122, 123, 127, 128, 134, 175, 176, etc. Paris, Maloine, éditeur; 1902-1903.

(2) *De la puberté à la nubilité* (*Bull. Soc. d'Anthrop. Paris*, 9 juillet 1909).

(3) *Alternances des accroissements* (*semestriels*) *au cours du développement du corps humain* (*dans le sexe masculin*) (*Soc. de Biologie*, 25 juin 1910).

(4) *Les proportions du corps pendant la croissance* (*Bull. Soc. d'Anthrop. Paris*, 1910).

(5) *Asymétries normales des organes binaires chez l'homme* (*Comptes rendus*, 1900 et 1910).

(6) *A propos d'asymétrie auriculaire* (*Bull. Soc. d'Anthrop. Paris*, 1910).

(7) *Variations des proportions de longueur et de largeur du corps dans le sexe masculin au cours de l'ontogénie post-fœtale* (*Comptes rendus*, 1911).

(8) *Variations des proportions, leurs lois évolutives* (*Bull. Acad. Méd.*, 1911).

(9) *Essai d'explication du rôle de la puberté chez l'homme* (*Bull. Soc. d'Anthrop. Paris*, 1911).

(10) *L'accroissement inégal à l'époque de la puberté* (*Comptes rendus*, 1912).

(11) *De quelques rapports de l'évolution de croissance avec la puberté* (*XIVe Congrès d'Anthropologie*, Genève, 1912).

(12) *La croissance pendant l'âge scolaire; Applications éducatives* (Leçons faites en 1912-1913, à l'École des Sciences de l'Éducation de Genève). Neuchâtel, Delachaux et Niestlé, éditeurs; 1913.

PHYSIOLOGIE. — *Constance de la concentration des organismes entiers en lipoïdes phosphorés; concentration en lipoïdes au cours de la croissance. Application à la biométrique.* Note de MM. **André Mayer** et **Georges Schaeffer**, présentée par M. A. Dastre.

Dans une série de travaux antérieurs, nous avons montré que la *concentration des parenchymes en lipoïdes*, notamment en *lipoïdes phosphorés* et en *cholestérine*, est constante (constance lipocytique). D'autre part, nous avons indiqué comment la présence d'éléments constituants permanents dans les cellules, éléments dont la proportion est une *constante cellulaire*, permet d'établir une sorte de biométrique chimique. Nous fondant sur ces faits, nous nous sommes posé les questions suivantes : 1° Est-il possible d'étendre, des parenchymes à l'organisme tout entier, considéré globalement, la notion de constance lipocytique? 2° La biométrique utilise, pour l'établissement des rapports entre les organes et le corps total, soit le poids, soit la surface de ceux-ci. Or, les constituants cellulaires que nous avons étudiés existant dans les tissus en proportion fixe, en concentration constante, peuvent représenter la masse permanente de ces tissus. Dès lors, il doit être possible d'utiliser ces constantes cellulaires pour l'établissement de rapports biométriques. Ces rapports seront d'un plus grand intérêt que ceux des poids ou des surfaces, quand on aura choisi, pour les déterminer, des constituants dont on connaîtra le rôle physiologique. 3° Enfin, si la concentration des constituants étudiés est une mesure de la masse permanente de l'organisme

(1) Voir notamment *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, t. XV, p. 510, 534, 773, 984, et t. XVI, p. 1, 203, 325.

entier, il y a lieu de rechercher si elle varie dans différentes conditions et notamment au cours de la croissance.

I. Constance en lipoïdes de l'organisme entier. Constance liposomatique :

Toute recherche biométrique se heurte à deux ordres de difficultés : 1° Dans le poids des organismes entiers entrent les aliments aux divers stades de l'assimilation, ainsi que les réserves hydrocarbonées et grasses entreposées dans l'organisme; ces réserves peuvent être d'ailleurs localisées, hors des parenchymes, dans certains tissus spécialisés (cas des réserves grasses chez les homéothermes), ou réparties dans les parenchymes eux-mêmes (cas des réserves grasses des hibernants et des poïkilothermes). En ce qui concerne les composés d'acides gras, un élément variable (réserves) se trouve donc superposé à l'élément constant représenté par les constituants des parenchymes. 2° Les animaux homéothermes ont des parenchymes de composition très fixe, quelle que soit l'époque de l'année à laquelle on les examine (animaux homéochymes). Il n'en est pas de même des poïkilothermes (animaux poïkilochymes). D'où la nécessité de n'étudier ces derniers animaux que pris dans les mêmes conditions physiologiques. Ces deux ordres de difficultés rendent difficile l'établissement de la masse permanente de l'organisme total; en particulier, la recherche d'une constance liposomatique est assez malaisée.

Malgré ces difficultés, nous avons cherché la teneur en phosphore lipoïdique des organismes entiers, dans une série d'espèces animales et, pour les poïkilothermes, en comparant des individus pris au même moment. Voici quelques-uns de nos résultats :

Phosphore lipoïdique total (exprimé en P) *par kilogramme d'animal.*

Homéothermes.	Becs d'argent (*Clydemosine cantans*)	0,71	0,77	0,78	0,76			
	Bengalis (*Sporægynthus melpodus*)	0,84	0,86	0,84	0,78	0,78	0,84	0,87
	Rats	0,60	0,63	0,54	0,63	0,55		
	Souris	0,84	0,77	0,77	0,74	0,84	0,74	0,77
	Chauve-Souris	0,91	0,98	0,91	0,87	0,84	0,84	0,84
	Cyprins (*Cyprinus auratus*)	0,45	0,34	0,44	0,33	0,43	0,34	0,38
Poïkilothermes.	Tanches (*Tinca vulgaris*)	0,47	0,48	0,48	0,47	0,35	0,35	0,39
	Grenouilles ♂ (*Rana temporaria*)	0,41	0,38	0,39				
	Grenouilles ♀ (*Rana temporaria*)	0,35	0,37	0,35	0,36	0,36		
	Tritons (*Tritoncristatus*)	0,44	0,43	0,48				
	Palourdes (*Tapes decussatus*)	0,39	0,43	0,39	0,47	0,46		
	Sangsues (*Hirudo officinalis*)	0,25	0,23	0,24	0,24	0,27		
	Astéries (*Asterias rubens*)	0,33	0,30	0,32	0,26			
	Actinies (*Anemone sulcata*)	0,42	0,40	0,32	0,34			

On voit donc que dans chaque espèce, et surtout chez les homéothermes, la teneur en phosphore lipoïdique des divers individus est du même ordre de grandeur; elle oscille même relativement peu autour d'une valeur constante. Il est donc probable qu'il existe une *constance liposomatique*, totalisation des diverses constances lipocytiques.

II. Masse permanente des tissus et biométrique chimique. — Les constatations ci-dessus montrent qu'on peut établir des rapports biométriques en se servant des constantes cellulaires. Par exemple, on peut comparer la quantité absolue de phosphore lipoïdique contenue dans un organe donné à celle de l'organisme entier ou simplement au poids de l'organisme entier. On constate ainsi que la masse de certains organes, mesurée par leur teneur en phosphore lipoïdique, est toujours dans un rapport fixe avec la masse du corps. Il en est ainsi, par exemple, des reins. Chez des cobayes ou des rats pris au hasard, on trouve les nombres suivants :

Quantité, en milligrammes, de phosphore lipoïdique contenue dans les reins par kilogramme d'animal.

Cobayes................	10	10	12	13	11	11
Rats....................	13	11	14	14	11	11

Nous pouvons dire dès maintenant que bien plus que le rapport du poids du rein au poids du corps, celui que nous venons d'établir est susceptible de varier à l'état pathologique.

III. Constance liposomatique au cours de la croissance. — La teneur en lipoïdes de l'organisme entier étant constante et donnant une mesure de la masse permanente, comment se comporte-t-elle au cours de la croissance? Nous l'avons étudiée, pour le phosphore lipoïdique et la cholestérine, dans une série d'espèces animales.

Voici les résultats relatifs aux phosphore lipoïdique et à la cholestérine, étudiés chez le rat :

Phosphore lipoïdique total (exprimé en P) *par kilogramme.*

Rats de 4^g à 5^g......	0,49	0,50	0,52	0,55	0,61	0,61
» 8 à 9......	0,60	0,57	0,56	0,54	0,57	0,56
» 12 à 14......	0,59	0,62	0,62	0,64	0,63	0,61
» 17 à 19......	0,58	0,60	0,57	0,58	0,59	0,63
» 80 à 115......	0,60	0,63	0,54	0,63	0,55	

Cholestérine par kilogramme.

Rats de 4g à 5g.......	1,2	1,2	1,6	1,6		
» 8 à 9.......	3,2	2,7	3,1	2,7	3,3	2,8
» 12 à 14.......	2,6	2,9	3,0	2,8	2,8	2,9
» 17 à 19.......	2,2	2,4	2,3	3,3	2,9	2,9

On voit, en ce qui concerne la cholestérine, que, peu après la naissance, la concentration augmente brusquement, puis demeure constante.

On constate les mêmes phénomènes en ce qui concerne le phosphore lipoïdique. Très peu après la naissance, la teneur en P augmente, phénomène bien visible chez la souris; puis les nombres trouvés chez le jeune sont les mêmes que ceux rencontrés chez l'adulte; par exemple, le rat de 5g et le rat de 118g présentent dans leur organisme la même concentration globale en phosphore lipoïdique. La masse des lipoïdes phosphorés paraît donc proportionnelle à la masse du corps.

La concentration en lipoïdes phosphorés étant la même chez le jeune et chez l'adulte, on peut, chez les animaux volumineux, chez lesquels l'analyse du corps entier est pratiquement impossible, tabler sur l'analyse du corps du jeune pour établir des constantes liposomatiques. Par exemple, cette constante établie ainsi est de 0,59 chez le cobaye.

Conclusions. — Les constituants protoplasmiques dont la proportion est une constante cellulaire, peuvent être utilisés pour donner une mesure de la masse permanente des tissus et de celle du corps entier, et pour établir des rapports biométriques. Il en est ainsi, par exemple, des lipoïdes phosphorés et de la cholestérine. Il existe une constante liposomatique. Dans une espèce donnée, la concentration de l'organisme entier en lipoïdes phosphorés est caractéristique. Elle varie peu au cours de la croissance.

PHYSIOLOGIE. — *Constance de la concentration des organismes totaux en acides gras et en cholestérine. Évaluation des réserves de graisses.* Note de M. **Émile-F. Terroine**, présentée par M. A. Dastre.

Les recherches de A. Mayer et G. Schæffer, de Jeanne Weill, et les nôtres ont établi qu'il existe dans les tissus parenchymateux et dans le sang une concentration constante en acides gras et en cholestérine, caractéristique du tissu pour chaque espèce. Il était donc indiqué de rechercher si la concentration de l'organisme total

en constituants lipoïdiques n'était pas également une constante pour tous les individus d'une même espèce.

En ce qui concerne les acides gras, d'autres questions particulièrement importantes pour la bioénergétique, nécessitaient une telle recherche.

D'une part on sait qu'un animal soumis à une inanition prolongée présente une augmentation prémortelle de son excrétion azotée; les physiologistes admettent généralement que cette excrétion se produit alors que les potentiels énergétiques ont disparu; le glycogène n'existant plus depuis assez longtemps, c'est donc à la disparition des réserves grasses que doit être rapporté ce phénomène. Mais nous savons par ailleurs (Pflüger, Schultz, etc.) qu'au moment de la mort par inanition, l'organisme contient encore des corps gras. Cette double constatation amène à penser qu'il y a deux catégories de corps gras dont l'une n'est pas comburée et l'on comprend tout l'intérêt que prend l'évaluation quantitative de ces deux formes.

D'autre part, L. et M. Lapicque ont montré qu'un bengali qui survit plusieurs heures à l'inanition n'a, en glycogène, qu'une réserve pouvant lui assurer une demi-heure de survie à 25°. Il y a donc lieu, comme le pense cet auteur, de rechercher la cause de la durée de survie dans la grandeur des réserves grasses.

Ce sont principalement ces considérations qui nous ont amené à faire les déterminations que contient la présente Note.

I. Acides gras totaux. — *a. Vertébrés.* — Nous avons étudié chez différents vertébrés homéothermes (oiseaux et mammifères) et poïkilothermes (poissons et grenouilles), la teneur en acides gras des animaux normaux et de sujets morts d'inanition. Le Tableau ci-dessous donne les résultats obtenus sur le bengali, exprimés en grammes par kilogramme d'animal :

Acides gras par kilogramme chez 6 animaux normaux.				Acides gras par kilogramme chez 6 animaux inanitiés.					
					Durée de survie.			Durée de survie.	
I....	68,9	IV..	61,3	I....	4h	26,9	IV..	7h	27,5
II...	44,8	V...	61,3	II...	5	26,0	V...	9.15m	26,6
III..	66,6	VI..	59,0	III..	5.30m	27,9	VI..	survit après 11 heures	29,2

On voit que, si l'animal normal présente un taux d'acides gras très variable, l'animal inanitié meurt avec un taux remarquablement constant, et il ne meurt qu'après avoir atteint cette valeur fixe. Ces mêmes faits se retrouvent sur tous les vertébrés étudiés, ainsi qu'il ressort des chiffres ci-après :

	Animaux normaux.		Animaux inanitiés.	
	Valeur la plus faible.	Valeur la plus forte.	Valeur constante (moyenne).	Écart moyen pour 100.
Oiseau (*Hypochera cholybeata*)......	34,8	87,7	21,6	7,8
Souris............	27,8	87,5	23,0	4,2
Perche............	13,8	33,9	5,28	11,5
Tanche...........	6,33	18,1	5,0	4,8
Grenouille.........	6,43	17,7	4,7	8,7

Ainsi donc se trouve établie l'existence de deux quantités distinctes de corps gras : un *élément constant* identique pour tous les individus de l'espèce; un *élément variable*, différence entre l'élément constant et la valeur totale des acides gras chez l'animal normal. Cette différence représente la grandeur des réserves grasses que le sujet a à sa disposition.

On voit tout de suite l'importance qu'atteint cette réserve : elle peut être de $87^g,7 - 21^g,6 = 66^g,1$ chez l'oiseau, soit 621^{cal}; de $87^g,5 - 23^g,0 = 64^g,5$ chez la souris, soit 606^{cal}; de $33^g,9 - 5^g,28 = 28^g,62$ chez la perche, soit 223^{cal}, etc. Les déterminations de la teneur en glycogène faites à l'aide de la méthode précise de Bierry et Gruzewska nous montrent que les bengalis normaux contiennent de 6^g à 8^g et les souris normales de 4^g à 7^g de glycogène par kilogramme d'animal, soit environ 30^{cal}. C'est dire l'importance quantitative considérable de la graisse, l'importance extrêmement faible du glycogène comme réserve énergétique chez les homéothermes.

b. Invertébrés. — Il est malheureusement impossible de faire le départ entre les deux éléments chez les invertébrés; ici, en effet, l'inanition absolue est pratiquement impossible à réaliser. Nous devons donc nous contenter des valeurs obtenues chez les animaux normaux et groupées ci-dessous :

	Valeur	
	la plus faible.	la plus élevée.
Ascidia mentula....................	1,22	4,12
Ostrea edulis......................	5,8	19,2
Tapes decussatus....................	7,9	10,8
Hirudo medicinalis..................	12,8	19,7
Phascolosoma vulgatum............	2,54	3,36
Asterias rubens....................	12,8	19,5
Actinium mesembryanthemum.......	14,3	18,4
Anemone sulcata..................	21,8	31,7

II. Cholestérine. — Chez les vertébrés normaux, la teneur en cholestérine présente des variations assez étendues; mais les chiffres ainsi obtenus n'ont que peu de valeur:

on rapporte en effet à un poids qui comprend toutes les réserves et qui n'est pas celui de la masse active de l'animal. Nous avons donc fait porter nos déterminations sur des animaux morts d'inanition. Chez les invertébrés, pour les raisons précédemment exposées, nous avons dû nous adresser aux animaux normaux.

		Valeur moyenne.	Écart moyen pour 100.
Oiseaux	*Sporæginthus melpodus* . .	2,58	3,8
	Hypochera cholybeata. . . .	2,74	3,5
Souris		3,1	7,2
Perches		1,4	11,4
Tanches		1,4	16,4
Grenouilles		1,4	5
Ascidia mentula		0,29	(2 dosages)
Ostrea edulis		1,3	7,4
Tapes decussatus		1,3	5,0
Hirudo medicinalis		1,7	4,7
Phascolosoma vulgatum		0,54	2,4
Asterias rubens		1,4	10,7
Actinium mesembryanthemum		2,4	4,1
Anemone sulcata		2,32	5,1

De l'examen des valeurs ci-dessus deux points nous paraissent à retenir dès maintenant : 1° *la fixité remarquable de la cholestérine, qui ne varie pas le plus souvent de* 5 *pour* 100 *entre les différents individus de la même espèce* : 2° *l'indépendance absolue que présente la teneur en cholestérine de la structure de l'organisme et de la famille à laquelle il appartient*. On peut constater, en effet, qu'une des valeurs qu'on rencontre le plus fréquemment ($1^g,4$ par kilogramme d'animal) est à la fois celle des poissons, de la grenouille, de l'huître et de l'astérie.

PHYSIOLOGIE. — *Sur quelques propriétés physiologiques du sulfate de galégine*. Note de M. Georges Tanret, présentée par M. Dastre.

La galégine est l'alcaloïde que je viens de retirer des graines du *Galega officinalis* (Légumineuses) [1]. Les expériences suivantes, effectuées avec le sulfate (en solution aqueuse, ordinairement à 4 pour 100), montrent quelques-unes des propriétés physiologiques de la nouvelle base.

---

[1] G. Tanret, *Comptes rendus*, 27 avril et 18 mai 1914.

Toxicité. — A dose suffisante, le sulfate de galégine est toxique, aussi bien pour les animaux à sang froid (grenouille) que pour ceux à sang chaud (cobaye, lapin, chien). 2^{cg} à 3^{cg} injectés à la grenouille dans le péritoine amènent, au bout de 10 à 15 minutes, une paralysie totale, avec abolition des réflexes, débutant par les membres postérieurs et s'étendant rapidement au reste du corps : la respiration persiste encore quelque temps, de plus en plus superficielle, et ne cesse totalement qu'au bout de 1 heure environ. Le cœur continue à battre, même après l'arrêt de la respiration, et ne s'arrête qu'au bout de plusieurs heures.

En injection hypodermique ou intrapéritonéale, le sulfate de galégine tue le cobaye en un temps d'autant plus court que la dose injectée est plus élevée. C'est ainsi que la mort survient en 15 minutes pour des doses de $0^g,23$ à $0^g,26$ par kilogramme d'animal, en 55 minutes pour une dose de $0^g,10$, en un temps variant entre 1 heure 45 minutes et 2 heures 10 minutes pour des doses de 3^{cg} à 5^{cg}. Le cobaye a résisté à la dose de $0^g,01$ et $0^g,02$. Pendant un temps assez long, l'animal reste indifférent, puis il devient un peu hébété et les phénomènes toxiques se déroulent rapidement, amenant, aux doses supérieures à $0^g,10$ par kilogramme, la mort en moins de 5 minutes. Le cobaye a d'abord la marche titubante, puis apparaît vite comme frappé de parésie et, insensible à toute piqûre, s'étale, museau à terre, pattes écartées : la paralysie s'établit progressivement; elle est toujours entrecoupée de quelques convulsions cloniques. La respiration devient de plus en plus haletante et la mort survient par asphyxie.

Ce sont à peu près les mêmes phénomènes qui se déroulent chez le lapin. Celui-ci résiste à une injection intraveineuse (veine marginale de l'oreille) de $0^g,04$ et $0^g,06$ par kilogramme, qui n'est suivie que d'un abattement passager; la dose de $0^g,08$ a amené la mort, tantôt brusquement par syncope respiratoire, tantôt en un laps de temps compris entre 40 minutes et 1 heure 25 minutes. En injection sous-cutanée, le lapin a supporté les doses de $0^g,06$ à $0^g,08$ par kilogramme; il est mort en 1 heure 5 minutes pour une dose de $0^g,10$. Par voie stomacale (sonde œsophagienne), il a résisté plus ou moins péniblement à la dose de $0^g,25$; il a succombé en 2 heures 45 minutes à celle de $0^g,30$. Dans plusieurs cas on a noté une salivation et un larmoiement assez abondants.

Quatre chiens sont morts en un temps variant entre 40 et 55 minutes, après une injection intraveineuse (saphène) de $0^g,04$ par kilogramme.

Dans tous les cas on est frappé par la paralysie qui terrasse l'animal et qui, s'étendant aux muscles de la cage thoracique, amène finalement

l'asphyxie. Le mécanisme de cette paralysie peut être étudié d'assez près chez la grenouille. Chez un animal curarisé et auquel on fait ultérieurement une injection de sulfate de galégine, le muscle reste excitable par le courant de pile, direct ou induit; ce n'est donc pas la substance musculaire qui est touchée dans l'intoxication. Le nerf lui-même n'est pas tué par l'alcaloïde; en effet, chez une grenouille complètement paralysée par la galégine, le sciatique est toujours excitable et sa chronaxie reste invariable et voisine de $\frac{3}{10000}$ de seconde. Il semble bien que la moelle soit directement en jeu; à une grenouille intoxiquée, coupons un sciatique et excitons-en le bout central : il n'y a jamais de réflexe de la patte opposée, aussi bien pour des excitations simples d'intensité croissante que pour une tétanisation du nerf. Le pouvoir réflexe de la moelle apparaît donc comme totalement aboli.

Chez la grenouille encore on peut se faire une idée du rôle qui revient à chacun des groupements chimiques qui constituent l'alcaloïde. La galégine résulte, comme je l'ai montré, de la condensation de la méthyl-3-pyrolidine et d'un radical uréogène. Ce dernier peut provenir soit de l'urée, soit de la guanidine; or l'urée n'est aucunement toxique; quant à la guanidine, elle provoque des contractions tétaniques, analogues à celles que donne l'intoxication par la strychnine, et qu'on ne retrouve jamais avec la galégine. La méthyl-3-pyrolidine, injectée sous forme de sulfate, a amené des phénomènes comparables à ceux causés par la galégine : paralysie, abolition (ou plutôt diminution extrêmement marquée) du pouvoir réflexe de la moelle. Il semble donc, au moins pour la grenouille, que la plus grande part du pouvoir toxique de l'alcaloïde revienne au noyau pyrolidique, bien que, à dose équivalente, la méthyl-pyrolidine me soit apparue comme moins toxique que la galégine elle-même.

Action sur le sang et la circulation. — Le sulfate de galégine n'est pas hémolytique. Ajouté au sang *in vitro*, il a toujours amené un retard sensible au temps de coagulation.

Ce n'est pas un poison du cœur. Chez tous les animaux intoxiqués (grenouille, cobaye, lapin), le muscle cardiaque a survécu à l'arrêt de la respiration.

L'action sur la pression sanguine a été mesurée chez le chien (injection dans la saphène, pression carotidienne). A faible dose, $0^{g},01$ par kilogramme, l'injection est accompagnée d'une courte et rapide baisse de pression à laquelle fait suite une hausse graduelle et continue, celle-ci attei-

gnant, en 5 à 6 minutes, 4^{cm} à 5^{cm} de mercure. Elle ne redescend à sa valeur primitive qu'au bout d'une vingtaine de minutes. En même temps, au moins au début, le cœur s'accélère, tandis que la pulsation carotidienne diminue d'amplitude.

A dose toxique, 0^{g},04 par kilogramme, la pression baisse au bout d'un temps très court : elle tombe plus ou moins vite à quelques centimètres de mercure et ne remonte jamais. L'amplitude des pulsations diminue de plus en plus : le rythme du cœur demeure rapide. La pression décroît progressivement, l'asphyxie s'établit et amène la mort. Durant l'intoxication, l'excitabilité du pneumogastrique est fortement diminuée.

En résumé, la galégine est un alcaloïde doué d'une activité physiologique manifeste et amenant à dose toxique la paralysie de la moelle et des centres nerveux. Il y a sans doute quelque corrélation entre ces faits et les propriétés thérapeutiques qu'on attribue au galéga lui-même, ainsi qu'avec les cas d'intoxication mortelle du bétail causés par cette plante et dont, à plusieurs reprises [1], on a rapporté des exemples.

MÉDECINE. — *Vaccination contre la rage expérimentale par la sécrétion cutanée muqueuse des Batraciens, puis par le venin de la vipère aspic.* Note de M[me] **Marie Phisalix**, présentée par M. Edmond Perrier.

Au cours de recherches sur les venins cutanés des Batraciens, j'ai montré que leur sécrétion muqueuse, inoculée fraîche ou après chauffage, est capable d'immuniser les animaux non seulement contre sa propre action, mais encore contre celle du venin de la vipère aspic [2].

En particulier, des lapins préparés par le mucus de *Salamandra maculosa* résistent constamment à l'inoculation d'une dose plusieurs fois mortelle de venin de vipère.

La comparaison des effets physiologiques de la sécrétion muqueuse des Batraciens, du venin de vipère et du virus rabique, où le symptôme commun est la paralysie, m'a conduite à rechercher quelle résistance les

---

(1) Blanchard, *Journal de Médecine vétérinaire et de Zootechnie*, 1888; Bieler, *Ibid.*, 1889. — Moussu et Desaint, *Recueil de Médecine vétérinaire*, 1907. — Je dois la connaissance de ces faits à l'obligeance éclairée du D[r] Delmer, d'Alfort.

(2) M[me] Phisalix, *Propriétés vaccinantes du venin muqueux cutané des Batraciens contre lui-même et contre le venin de la vipère aspic* (*Comptes rendus du Congrès international de Zoologie*, Monaco, mars 1913, p. 218-222).

animaux immunisés successivement par deux venins paralysants offriraient à la rage expérimentale, communiquée par le virus fixe.

Expérience. — A cet effet, trois lapins, pesant respectivement 1600^g, 1800^g et 2030^g, ont été préparés, d'abord par quatre inoculations intraveineuses de mucus de *Salamandra maculosa* faites à 3 jours d'intervalle les unes des autres. Le mucus de Salamandre a été choisi entre tous ceux qui ont les mêmes propriétés parce que l'ébullition, qui permet de le rendre aseptique, ne lui fait pas perdre ses qualités toxiques et immunisantes. Il en a été injecté chaque fois 3^{cm^3}, correspondant à la quantité que peut fournir le lavage de quatre sujets mis en sudation par les vapeurs d'éther ou de chloroforme.

3 jours après la dernière inoculation de mucus, les lapins ont reçu, dans le péritoine, une dose massive de 10^{mg} de venin de vipère, en solution aqueuse au $\frac{1}{1000}$, dose plus de deux fois mortelle pour les témoins, et qui a entraîné la mort de ceux-ci en moins de deux heures. *Les lapins préparés ont résisté.*

6 jours après l'inoculation du venin de vipère, les deux premiers lapins reçoivent du virus fixe (virus qui, dans toutes les expériences, m'a été très obligeamment fourni par l'Institut Pasteur de Paris). L'un des sujets est inoculé sous la conjonctive d'un œil et dans la chambre antérieure de l'autre œil; l'autre lapin reçoit aussi du virus fixe dans la chambre antérieure d'un œil et, en outre, sous les méninges après trépanation.

On sait, depuis les expériences de Pasteur et Roux, Galtier, Leclainche, que le virus fixe introduit par une seule de ces voies de pénétration entraîne à coup sûr la mort des lapins normaux; les cas de résistance, tels que celui observé par M. Viala [1], sont tellement rares, qu'ils font l'objet d'une mention toute spéciale.

Ces deux lapins n'ont manifesté aucun symptôme de rage; l'un d'eux, une femelle gravide, a été conservé pendant 10 mois et a mis bas des lapereaux très vigoureux.

Le troisième lapin, qui avait été affaibli par une très forte réaction après l'inoculation de venin de vipère, n'a, pour cette raison, reçu le virus fixé dans le cerveau que 13 jours après l'épreuve par ce venin; les premiers symptômes rabiques ont apparu le 10e jour, et il est mort, paralysé, le 15e jour; la période pendant laquelle on pouvait le supposer immunisé a donc été très courte.

Pour connaître la durée de l'immunité conférée aux deux premiers lapins qui avaient résisté au virus fixe, l'épreuve par inoculation intracérébrale de virus fixe, après nouvelle trépanation, a été répétée au bout de six semaines pour le premier lapin, au bout de six mois pour le second : le premier a encore résisté, le second est mort de rage dans le même temps que le témoin : ce qui montre, d'une part, que l'immunité conférée n'est pas très durable (elle n'a toutefois pas été essayée entre la sixième semaine

---

(1) J. Viala, *Note sur une lapine naturellement réfractaire à la rage* (*Ann. de l'Inst. Pasteur*, n° 3, 1912, p. 239).

et six mois) et, d'autre part, qu'il ne s'agit pas d'une simple coïncidence d'immunité naturelle chez les lapins.

Afin d'éclairer le mécanisme de la vaccination, j'ai recherché si l'un des deux venins, employé seul, suffirait à créer l'immunité, et si l'un des deux avait une action prédominante : à cet effet, deux autres séries de trois lapins ont été préparées : les sujets de l'une n'ont reçu que du mucus de salamandre par injections intraveineuses ; ceux de l'autre ont été immunisés par des doses croissantes de venin de vipère : aucun de ces lapins n'a résisté à l'inoculation intracérébrale de virus fixe.

Les lapins ayant reçu le mucus seul sont morts respectivement en 12, 16 et 22 jours; ceux qui ont eu du venin de vipère en 12, 15 et 45 jours, un seul dans chaque série étant mort plus tardivement que les témoins.

En résumé, les lapins immunisés successivement contre le venin cutané muqueux de la salamandre terrestre et contre le venin de la vipère aspic résistent à l'inoculation intracérébrale du virus rabique fixe, inoculation toujours mortelle pour les lapins normaux; mais ni l'un ni l'autre des venins, utilisé seul, ne confère une immunité suffisante pour résister à cette épreuve; ils ne sont capables que de retarder, dans la proportion d'un tiers des cas en moyenne, l'éclosion des symptômes rabiques.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *La conductivité électrique chez les œufs d'Anoures vierges, activés ou fécondés.* Note [1] de M. E. **Bataillon**, présentée par M. Y. Delage.

J'ai montré comment le suc hépato-pancréatique de crustacés, appliqué aux stocks de Batraciens dépouillés de leur gangue par le cyanure, détruit les œufs vierges et respecte les œufs activés ou fécondés. Mais le changement d'état, qui se traduit par la résistance des matériaux, n'est pas immédiat. Il y a, entre l'instant de l'activation et celui où la réaction se manifeste, un intervalle qui, dans mes essais, varie de 10 à 30 minutes suivant le type considéré. La thèse de la perméabilisation, soutenue par Lillie et Mac Clendon m'amenait, à mon tour, à mesurer la résistance pendant cette période.

Des œufs utérins de *Rana fusca* ou de *Bufo calamita* remplissent une boîte rectangulaire à fond de paraffine. Deux parois opposées verticales sont des lames de verre.

---

[1] Présentée dans la séance du 29 juin 1914.

Les deux autres sont les électrodes, de $1^{cm^2},5$ de section, et distantes de 1^{cm}. Les fils qui en partent sont raccordées avec le pont de Wheastone. Après mesure de la résistance, on les relie à la bobine qui sert aux expériences d'activation. L'activation demande 15 secondes. Immédiatement après, les fils sont de nouveau reliés au pont, et les mesures se succèdent à différents intervalles.

Voici les résultats de deux opérations portant sur deux genres différents :

Mesures de résistance.

Œufs de *Rana fusca*.

État.		Résistance en ohms.
Vierges		245
Électrisés depuis	4 minutes	219
	10 »	219
	20 »	222
	32 »	234
	65 »	234
	90 »	238

Œufs de *Bufo calamita*.

État.		Résistance en ohms.
Vierges		278
Électrisés depuis	3 minutes	235
	24 »	222
	40 »	237
	90 »	237

Il y a *un accroissement indéniable de conductibilité après l'application des chocs induits. Mais bientôt cette conductibilité diminue, sans toutefois revenir à ce qu'elle était chez l'œuf vierge.* Il convient de remarquer : 1° que les mesures sont faites sur des œufs non immergés après l'activation; 2° que l'expérience porte sur un temps limité, afin que le contrôle soit possible. Par exemple, les œufs de Grenouille de la première opération reportés à l'eau au bout de 1 heure et demie (les mesures étant achevées) sont en parfait état : *ils s'orientent tous et s'incisent irrégulièrement dans la suite.*

Ce qui nous frappe le plus dans cette expérience, c'est, *à partir de* 30 *minutes environ, un relèvement significatif de la résistance.* Il y a une *concordance remarquable entre ce relèvement et l'instant où l'œuf activé devient réfractaire au suc hépato-pancréatique.*

Divers essais sur les œufs nus, activés à la sortie du cyanure, ont révélé des variations comparables. Il semble qu'ici l'absence de gangue donne plus de garanties d'exactitude; mais les matériaux sont d'une grande fragilité et, entassés dans la cuve, ils s'altèrent partiellement au cours de l'opération. Je note simplement le parallélisme des résultats.

Pour Lillie, les deux traitements successifs appliqués par Loeb à l'œuf d'Oursins ont deux effets de même ordre, mais antagonistes : l'activation accroît la perméabilité, le traitement hypertonique l'abaisse.

J'ai relevé chez les Batraciens un *abaissement spontané* de conductivité, consécutif à la hausse d'activation. Mais on pourrait penser au moins que le deuxième facteur accentue la deuxième oscillation et réalise un *optimum de résistance.*

Pour me renseigner sur ce point avec des stocks homogènes, le mieux était d'étudier les variations qui se manifestent *à la fécondation.*

J'ai usé de diverses techniques, mais je ne donnerai ici qu'une opération faite sur des œufs de *R. esculenta, avec le dispositif décrit ci-dessus.*

Mis au contact du sperme pendant 5 minutes seulement, le matériel utérin, soigneusement égoutté, était porté immédiatement dans la cuve à expériences, de façon que l'imbibition fût réduite au minimum, et que les mesures pussent commencer avant que la traversée des spermatozoïdes fût achevée.

Ces mesures faites, on s'assura que *tous les œufs* étaient bien fécondés et évoluaient normalement.

Mesures de résistance (œufs de *Rana esculenta* fécondés).

Temps après l'imprégnation.	Résistance en ohms.
9 minutes	811
12 »	707
15 »	753
16 minutes ½	776
19 minutes	776
24 »	776
30 »	788
38 »	788
45 »	788
48 »	788

Si nous adoptons le nombre 811 pour la résistance des œufs encore vierges (non touchés par le sperme) de façon à apprécier la chute et le relèvement de fécondation avec les nombres 707 et 788, *il est visible que ces oscillations sont, non seulement parallèles, mais (aussi rigoureusement que possible) proportionnelles à celles des œufs activés de* Rana fusca [1].

---

[1] On pourrait noter qu'ici les oscillations sont plus rapides. Mais j'ai déjà fait remarquer, pour l'action du suc hépato-pancréatique, qu'il y a des variantes spécifiques et individuelles. Avec un autre dispositif comportant une résistance beaucoup plus forte, le minimum sur des *œufs fécondés de Rana fusca* n'était atteint qu'après 35 minutes, le relèvement débutant vers 45 minutes. En défalquant les quelques minutes nécessaires au transport du sperme, il y avait concordance avec le cas des œufs activés.

L'action comparative des liqueurs chromo-acétiques de faible concentration nous a révélé, par ailleurs, les *mêmes déformations sur les matériaux activés ou fécondés :* les déformations ne se produisent pas sur les œufs vierges. Cette différence frappante ne me permet pas d'interpréter la deuxième oscillation de la courbe de résistance comme marquant un retour vers l'état initial de l'œuf vierge. L'accroissement de conductibilité, au début, peut répondre à une dissociation, à la libération de certains ions; le retour ultérieur à l'état spumeux restaure une structure qui, chez l'œuf vierge, était profondément troublé.

Loeb et Wasteneys se sont assurés récemment que le traitement correcteur hypertonique n'introduit aucun changement appréciable dans les oxydations de l'œuf d'Oursin *activé ;* que l'hypertonie n'accélère pas davantage les oxydations sur l'œuf *fécondé.*

En résumé, s'il y a bien, au départ d'une évolution parthénogénésique, deux temps séparables expérimentalement, *rien* actuellement, *en dehors des mouvements internes*, ne nous permet de définir *le second : ni les oxydations, ni l'action osmotique des fixateurs faibles, ni la résistance à des agents destructeurs (tel le suc hépato-pancréatique de crustacés appliqué à l'œuf de batraciens), ni la conductibilité ou la perméabilité. Aucune des techniques visées ne nous laisse apercevoir ce que le traitement dit régulateur, ou même la la fécondation, pourraient ajouter aux effets directs de l'activation simple.*

ZOOLOGIE. — *Sur la reproduction et la fécondité de la Galéruque de l'Orme* (Galerucella luteola *F. Müller*). Note de M. **Lécaillon**, présentée par M. Henneguy.

La Galéruque de l'Orme est un Coléoptère de la famille des Chrysomélides, qui vit dans toute l'Europe, en Algérie et aux États-Unis. Elle se nourrit, à l'état larvaire comme à l'état adulte, des feuilles de l'Orme commun (*Ulmus campestris*), et l'on sait qu'elle cause souvent, aux Ormes des places publiques, des parcs et des avenues, un dommage considérable. Parfois, en effet, la presque totalité des feuilles de ces arbres, par suite de l'abondance des Galéruques, sont réduites à leur pétiole et à leur réseau de nervures. Quand le même phénomène se reproduit plusieurs années de suite, les arbres sont en grand danger de périr.

On peut se demander si l'abondance parfois extraordinaire des Galé-

ruques est due à ce que les femelles de ces insectes sont très fécondes, ou à ce qu'il y aurait deux générations annuelles. Actuellement, aucun fait certain ne permet de répondre à cette question. A la suite d'observations que j'ai faites cette année sur des Galéruques vivant sur les Ormes des environs de Toulouse et sur des Galéruques élevées au Laboratoire d'Histoire naturelle de la Faculté des Sciences, je puis apporter certaines précisions à ce sujet (sauf sur le point relatif à l'existence d'une seule ou de deux générations annuelles).

a. D'après différents auteurs, les œufs sont déposés, sous les feuilles d'Orme, en groupes d'une vingtaine environ. En réalité, le nombre d'œufs contenu dans chaque groupe est très variable. En recueillant au hasard le 14 juin 1914 (à cette date les Galéruques sont en pleine période de reproduction), 19 feuilles d'Orme portant des pontes, j'ai trouvé les chiffres suivants : 1 groupe de 40 œufs, 1 groupe de 32, 1 groupe de 30, 2 groupes de 27, 1 groupe de 26, 1 groupe de 25, 2 groupes de 24, 2 groupes de 21, 1 groupe de 19, 1 groupe de 17, 3 groupes de 16, 1 groupe de 15, 1 groupe de 14, 1 groupe de 11, 2 groupes de 10, 1 groupe de 6, 1 groupe de 5, 1 groupe de 4 et 1 groupe de 2.

b. En isolant des feuilles capturées au printemps, dès le début de l'apparition des Galéruques, et en les plaçant dans des conditions de milieu aussi favorables que possible, j'ai constaté qu'elles peuvent pondre, même si l'on ne les laisse pas s'accoupler, pendant une période s'étendant parfois jusqu'à un mois et demi. C'est ainsi qu'une femelle capturée le 27 avril 1914 commença à pondre le 4 mai suivant et ne mourut que le 21 juin, après avoir pondu 513 œufs répartis en 22 pontes (chaque ponte comprenait en général 2 ou plusieurs groupes d'œufs). Voici le détail de ces pontes :

1re ponte............	4	mai	20 œufs en	1 groupe de	11
				»	8
				œuf isolé	1
2e »	6	»	19 »	1 groupe de	8
				»	11
3e »	7	»	12 »	1 groupe de	11
				œuf isolé	1
4e »	7-8	»	14 »	1 groupe de	12
				»	2
5e »	10-11	»	27 »	1 groupe de	11
				»	6
				»	10

Ponte	Date		Œufs	Disposition
6e ponte............	13	mai	27 œufs en	1 groupe de 9 » 7 » 10 œuf isolé 1
7e »	15-16	»	15 »	3 groupes de 5
8e »	17-18	»	25 »	1 groupe de 8 » 2 » 4 » 6 » 5
9e »	19-20	»	23 »	1 groupe de 10 » 4 » 8 œuf isolé 1
10e »	21-22	»	16 »	1 groupe de 9 » 7
11e »	22	»	18 »	1 groupe de 8 2 groupes de 3 1 groupe de 4
12e »	23-24	»	27 »	1 groupe de 2 » 9 » 16
13e »	27-28	»	30 »	1 groupe de 26 » 4
14e »	2	juin	37 »	1 groupe de 15 » 10 » 12
15e »	5-6	»	23 »	en un seul groupe.
16e »	6	»	24 »	en un seul groupe.
17e »	8	»	28 »	2 groupes de 14
18e »	10-13	»	29 »	1 groupe de 14 » 10 » 5
19e »	14-15	»	24 »	1 groupe de 9 » 8 » 7
20e »	15-16	»	24 »	en un seul groupe.
21e »	17	»	23 »	en un seul groupe.
22e »	19	»	28 »	1 groupe de 14 2 » 7
Totaux 22 pontes			513 œufs	

disposés en 56 groupes (y compris les œufs isolés).

Les autres femelles, capturées et élevées dans les mêmes conditions, m'ont donné des résultats analogues avec un total d'œufs cependant un peu moins élevé et très variable avec chaque femelle.

Il convient de remarquer que les Galéruques, sur les Ormes, sont rares à la fin d'avril et ne deviennent communes qu'un peu plus tard. Par contre, des adultes existent encore au commencement de juillet et continuent à pondre même actuellement (4 juillet). On peut se demander si ces adultes doivent être rangés dans la catégorie de ceux qui apparaissent au printemps ou s'ils proviennent d'œufs pondus par ceux-ci. Pour l'instant on ne peut rien affirmer à ce sujet.

De l'ensemble de mes observations résultent les faits suivants : aux environs de Toulouse, la période de reproduction de la Galéruque de l'Orme s'étend depuis le début du mois de mai jusqu'au delà du début de juillet. Le nombre d'œufs pondus par chaque femelle est beaucoup plus grand qu'on ne le croyait jusqu'ici, puisque des femelles élevées en captivité peuvent pondre plus de 500 œufs. Pendant toute la période de reproduction, on constate que mâles et femelles prennent une abondante nourriture (ils criblent de trous les feuilles qu'on leur donne). Les femelles, qui vivent en liberté sur les Ormes, ne pondent pas tous leurs œufs sur la même feuille ; elles passent d'une feuille à une autre et même volent très souvent d'un arbre à un autre. On constate d'ailleurs que les larves provenant d'un même groupe d'œufs se dispersent également sur différentes feuilles dès qu'elles ont acquis une certaine grosseur.

BACTÉRIOLOGIE. — *De la période de latence du spirille chez le Pou infecté de fièvre récurrente.* Note [1] de MM. **Ed. Sergent** et **H. Foley**, présentée par M. Roux.

Dans une Note précédente, nous avons montré que le sang des convalescents de fièvre récurrente est virulent pendant toute la durée de la première période d'apyrexie, sans cependant contenir de Spirilles visibles. Il était intéressant de rechercher si des faits analogues existent chez le second hôte du Spirille.

Nous avons démontré, en 1908-1909 [2], que le second hôte du virus

---

[1] Présentée dans la séance du 29 juin 1914.

[2] *Bull. Soc. Path. exot.*, t. I, n° 3, mars 1908, p. 176; *Ann. Inst. Past.*, t. XXIV, mai 1910.

de la fièvre récurrente est le Pou, ce qu'avaient pressenti Mackie et Manteufel en 1907. Notre démonstration était basée sur :

1° Une étude *épidémiologique* en un milieu très favorable;

2° *L'expérimentation*, la maladie étant conférée à des singes par l'inoculation de Poux prélevés depuis 1 à 8 jours sur des spirillaires en accès;

3° L'expérience capitale de la transmission de la maladie à deux sujets sains, isolés dans des locaux désinfectés, par l'intermédiaire de couvertures contenant des Poux infectés.

Le rôle des Poux était ainsi bien établi expérimentalement; l'étude morphologique restait à faire.

Nous avions déjà vu, en 1908 (1), que le liquide de broyage du corps d'un Pou nourri 6 jours auparavant sur un malade de fièvre récurrente avait été infectant pour le singe, bien que ce liquide de broyage placé en totalité entre une lame et une lamelle et très minutieusement examiné à frais avant l'inoculation ne montrât aucun Spirille.

Nous avons vu de nouveau, en 1911 (2), dans des expériences où 5 singes furent infectés par l'inoculation de corps broyés de Poux nourris sur un spirillaire de 1 à 8 jours avant, que le virus existant dans le corps de ces Poux échappait à l'examen microscopique.

Les constatations de F.-P. Mackie (3) contredisaient sur ce point les nôtres. Cet auteur vit, aux Indes, que les Spirilles se multiplient activement dans le corps des Poux. A partir des repas infectants, la multiplication des Spirilles se fait d'une façon continue, elle a lieu surtout dans la cavité stomacale et elle atteint son maximum dès le 3e jour.

Plus tard, C. Nicolle, L. Blaizot et E. Conseil (4), étudiant comme nous-mêmes le Spirille de la fièvre récurrente nord-africaine (*Sp. berbera*, Sergent et Foley, 1910), expliquèrent que nous n'avions pas trouvé de Spirilles dans le corps des Poux 6 jours après le repas infectant, en constatant, par l'ultramicroscope, la disparition rapide des Spirilles du corps des Poux nourris de sang Spirillaire, et leur réapparition loin-

---

(1) *Loc. cit.*

(2) *C. R. Soc. Biol.*, t. LXX, 24 juin 1911, p. 1039, et *Bull. Soc. Path. exot.*, t. IV, 12 juillet 1911, p. 440.

(3) F.-P. Mackie, *The part played by* Pediculus corporis *in the transmission of relapsing fever* (*Brit. med. Journ.*, 14 décembre 1907, p. 1708) et *The body louse* (Pediculus vestimenti) *as a disease-carrier. The body louse as a carrier of relapsing fever* (*Third meeting of the general malaria Committee*, Madras, novembre 1912).

(4) *Comptes rendus*, 10 juin et 26 août 1912, et *Étiologie de la fièvre récurrente. Son mode de transmission par les Poux* (*Ann. Inst. Pasteur*, n° 3, 25 mars 1913).

taine dans la cavité lacunaire. La date la plus précoce de réapparition des Spirilles a été le 8e jour; leur persistance n'a pas été notée après le 19e jour.

Nous avons repris cette année l'étude de cette question, en joignant aux recherches d'ordre morphologique des recherches expérimentales parallèles, et en opérant sur des séries plus complètes et plus nombreuses que celles des auteurs précédents.

I. *Recherches morphologiques.* — Après le repas infectant, les Poux sont nourris sur sujets sains. On examine quotidiennement un certain nombre de Poux, en les écrasant sur des lames que l'on colore au Giemsa.

Lot I. — Poux ayant fait un seul repas infectant. Au moins 4 Poux examinés journellement jusqu'au 14e jour.

Du 1er au 11e jour, sur 45 Poux, 0 spirillaire.

Des Spirilles sont vus le 12e, le 13e et le 14e jour, de plus en plus nombreux.

Au total, du 12e au 14e jour, sur 12 Poux, 5 spirillaires.

Lot II. — Poux ayant fait deux repas infectants. Au moins 4 Poux examinés journellement jusqu'au 16e jour.

Au bout de 5 heures, sur 6 Poux, 3 spirillaires.

Au bout de 24 heures, sur 6 Poux, 1 spirillaire.

Du 2e au 10e jour, sur 34 Poux, 0 spirillaire.

Du 11e au 16e jour, sur 20 Poux, 5 spirillaires.

Lot III. — Dans une série incomplète nous avons trouvé des Poux spirillaires jusqu'au 25e jour après le dernier repas infectant possible.

Lot IV. — Plus de 500 Poux ayant fait un seul repas infectant copieux, placés pendant 2 heures sur un malade à Spirilles très nombreux.

Au moins 11 Poux examinés journellement jusqu'au 11e jour.

Du 1er au 11e jour, sur 122 Poux, 0 spirillaire.

II. *Recherches expérimentales.* — Des Poux prélevés sur des sujets sains, ayant fait un seul repas infectant, puis nourris sur des sujets sains, sont broyés et inoculés à des singes.

Le repas infectant des Poux ayant eu lieu :

			Infection.
1 jour auparavant,	5 singes sont inoculés	....	1
2 »	5 »	....	3
3 »	6 »	....	1
4 »	4 »	....	1
5 »	1 »	....	1
6 »	4 »	....	4
8 »	1 »	....	1
9 »	2 »	....	0
10 »	1 »	....	0
11 »	1 »	....	0

Il apparaît donc que, durant les 8 premiers jours qui suivent le repas infectant du Pou, intervalle pendant lequel on ne voit pas de Spirilles dans le corps de ce Pou, celui-ci contient cependant un virus infectant.

Le fait est particulièrement frappant pour le lot IV ci-dessus. Sur 122 Poux examinés du 1er au 11e jour, aucun ne contenait de Spirilles à l'examen microscopique. Or, du même lot :

10 Poux ont été inoculés le	3e jour........	pas d'infection du singe.
10 » »	5e »	*le singe a été infecté.*
10 » »	10e »	pas d'infection.
10 » »	11e »	pas d'infection.

En conclusion, pendant les 8 jours qui suivent le repas infectant, le corps des Poux ne contient pas de Spirilles; ceux-ci réapparaissent ensuite. Cette réapparition a été vue, pour la première fois, en 1912, par C. Nicolle et ses collaborateurs. Mais, comme nous l'avons signalé déjà en 1908 (1), en 1910 (2) et en 1911 (3), les Poux des 8 premiers jours, qui ne renferment aucun Spirille visible, contiennent cependant un virus infectant.

Nous sommes donc conduits à admettre que le virus de la fièvre récurrente, outre sa forme spirillaire, peut revêtir une autre forme très petite, également virulente. Il prend cette forme, soit dans les périodes d'apyrexie qui séparent les accès de récurrente chez l'Homme, soit dans la période qui suit le repas infectant chez le Pou. L'évolution de cette forme très petite dure chez l'Homme, comme chez le Pou, 8 jours en moyenne. L'existence d'un cycle évolutif est un argument en faveur du rattachement du Spirille de la fièvre récurrente aux Protozoaires.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence de la minéralisation des caséines sur leur solubilité.* Note de M. **L. Lindet**, présentée par M. Schlœsing père.

On sait que, dans les laits de vache, la quantité de caséines totales est assez constante et s'élève à environ 35g par litre ; la présure caille de 27g à 29g de la caséine α, qui était en suspension colloïdale, et il reste dans le sérum de 6g à 8g de caséines α et β solubles (4). Dans les colostrum, la

(1) *Loc. cit.*

(2) *Loc. cit.*

(3) *Loc. cit.*

(4) *Comptes rendus*, t. 157, p. 307.

quantité de caséines totales est beaucoup plus considérable et sujette à de plus grandes variations ; je l'ai vu osciller de 83^g à 145^g par litre ; la présure y fournit également de la caséine α, identique à la précédente, à en juger par son pouvoir rotatoire ($\alpha_D = -116°,7$), et un sérum dont on peut isoler un mélange des deux caséines α et β, cette dernière dominante (de 64 à 81 pour 100 des deux caséines), et dont le poids global a représenté de $39^g,8$ à $88^g,2$ par litre.

Chacune des caséines se sépare avec les éléments minéraux, acide phosphorique et chaux, qui lui sont propres, étant intimement liés à la matière albuminoïde. Dans mes expériences, la caséine α était extraite, par la présure, d'un colostrum ou d'un lait écrémé, et le mélange des deux caséines solubles α et β était précipité par son volume d'alcool méthylique ou éthylique additionné de 5 pour 100 d'acide phénique [1].

J'ai montré que dans un lait les caséines sont solubilisées par le lactose et les éléments minéraux du sérum, chlorures, phophates et citrates alcalins [2]; mais cette théorie semble en défaut si l'on cherche à expliquer la présence, dans le colostrum, d'une aussi grande quantité de caséines solubles, attendu que le sérum de celui-ci, s'il renferme sensiblement deux fois plus de chlorures alcalins, n'est pas plus riche en phosphates alcalins et est plus pauvre en citrates alcalins et en lactose.

J'ai pu expliquer cependant cette anomalie apparente en constatant deux faits : d'une part, les caséines solubles du colostrum sont moins minéralisées que celles du lait normal; d'autre part, les caséines sont d'autant plus solubles dans les éléments du sérum qu'elles sont moins minéralisées.

I. En opérant, comme il a été dit plus haut, pour isoler les caséines solubles avec leurs éléments minéraux, j'ai constaté que ces caséines solubles du lait renferment de 4,61 à 8,36 pour 100 d'acide phosphorique et de 7,22 à 14,97 pour 100 de chaux, alors que dans les caséines solubles du colostrum, je n'ai pas vu ces chiffres s'élever au delà de 1,40 pour l'acide phosphorique, et de 1,49 pour la chaux, et qu'ils se sont même abaissés à 0,60 et 0,37. La caséine α s'est montrée également, mais avec un moindre

---

(1) Dans une Communication precédente, j'avais préconisé l'emploi de l'acide lactique, en présence d'acide phénique, pour isoler les caséines solubles ; l'acide lactique, qui permet de filtrer le précipité, a l'inconvénient de dissoudre le phosphate de chaux qui appartient aux caséines.

(2) *Loc. cit.*

écart, plus pauvre en matières minérales dans le colostrum que dans le lait normal.

II. Pour démontrer l'influence de la minéralisation des caséines sur leur solubilité, je présenterai trois séries d'expériences :

a. Quand on traite de la caséine α par de l'acide acétique faible pour lui enlever sa chaux et son phosphate de chaux, et qu'on lave à l'eau, on remarque que, au moment où la neutralité est atteinte, la caséine passe à travers le filtre; sa solubilité peut atteindre 4^{g} par litre, alors que si elle contenait encore la totalité de ses éléments minéraux, sa solubilité serait nulle. De même, mise en présence des sels alcalins du sérum, cette caséine déphosphatée et décalcifiée se dissout dans une proportion qui a atteint jusqu'à 28^{g} par litre, alors qu'à l'état normal sa solubilité serait comprise entre 3^{g} et 5^{g} (1). Je n'ai pu faire la même expérience sur les caséines solubles; l'acide phénique employé pour les précipiter les insolubilisant à tout jamais.

b. J'ai cherché à provoquer la rétrogradation des caséines solubles, en ajoutant à du sérum de colostrum, riche à 88^{g} de ces caséines par litre, de l'acide phosphorique que j'ai ensuite saturé par la chaux; la solubilité de ces caséines est alors tombée à 6^{g},40, c'est-à-dire au chiffre qu'on trouve dans le lait normal. Les mêmes éléments de sérum avaient donc dissous, dans le premier cas, dix fois plus de caséine que dans le second.

c. J'avais pensé que la dialyse, soit d'un sérum de lait séparé par la présure, soit d'un sérum artificiel, obtenu en dissolvant de la caséine α par addition de lactose et de sels alcalins, aurait pour effet, au fur et à mesure que les dissolvants disparaîtraient, de laisser déposer les caséines. Il n'en a rien été et j'ai constaté au contraire que la caséine dialysée de ses sels et de son sucre restait soluble dans l'eau; j'ai pu obtenir ainsi, en évitant au moyen d'essence de moutarde toute altération, des solutions qui contenaient jusqu'à 4^{g},2 par litre de caséine α; celle-ci avait conservé son pouvoir rotatoire. Cette solubilisation est due à ce que 70 pour 100 de l'acide phosphorique, dans le cas du sérum naturel, et 79 pour 100, dans le cas du sérum artificiel, ont traversé la membrane dialytique à l'état de phosphate de chaux, par l'intermédiaire des sels alcalins et du lactose. La caséine était donc devenue soluble dans l'eau, parce qu'elle avait perdu la plus grande partie de son phosphate de chaux.

Nous devons donc conclure que la solubilité des caséines dans les éléments du sérum, et même dans l'eau, est d'autant plus grande que celles-ci sont moins minéralisées.

---

(1) Le sérum de colostrum, qui renfermait 88^{g} de caséines solubles totales par litre, m'a fourni, à l'analyse, 24^{g} de caséine α et 64^{g} de caséine β.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les substances protéiques de l'*Aspergillus niger. Note de MM. **Pierre Thomas** et **Robert C. Moran**, présentée par M. Roux.

L'un de nous a pu isoler de la levure deux substances protéiques nouvelles, présentant l'une les caractères d'un protéide, l'autre ceux d'une albumine [1]. Nous avons soumis à une technique analogue l'*Aspergillus niger*, végétal appartenant à un groupe assez voisin de celui des levures, et nous avons réussi à y mettre en évidence la présence de deux substances correspondant à celles de la levure.

La première, facile à isoler, est insoluble dans l'eau, peu soluble dans les solutions de sel marin à 10 pour 100, soluble dans la soude, l'ammoniaque, l'eau de chaux, les carbonates alcalins. Elle est précipitée par les acides minéraux; l'acide acétique la précipite également, mais le précipité est soluble dans un excès; l'acide tartrique la dissout et ne la précipite à aucun moment. Il est à noter que l'acide phosphorique ne précipite pas les solutions dans l'eau de chaux.

Cette substance contient de 12,3 à 12,9 pour 100 d'azote, 0,7 pour 100 environ de phosphore et 0,5 à 0,6 pour 100 de soufre. Elle donne la réaction xanthoprotéique, celle du biuret, et assez faiblement celle de Millon. La réaction glyoxylique de Hopkins est très nette, celle de Molisch très intense. La réaction de Ehrlich-Pröscher, intense, montre la présence de la glucosamine. Un caractère intéressant est la coloration verte que donne cette substance, à froid, avec l'acide chlorhydrique ; à la longue, ou rapidement si l'on chauffe, cette coloration fait place à une teinte violette, c'est-à-dire à la réaction ordinaire de Lieberman. Peut-être cette substance contient-elle, dans le complexe hydrocarboné qui fait partie de sa molécule, à la fois des chaînes en C^5 et en C^6, car elle donne par chauffage ménagé avec l'orcine chlorhydrique un précipité violacé avec coloration verte du liquide, tandis que par chauffage avec la phloroglucine chlorhydrique elle donne un assez abondant précipité rouge foncé.

Nous devons également signaler que cette substance ne donne aucune coloration lorsqu'on la fait bouillir avec une solution alcaline d'oxyde de plomb, ce qui indique l'absence de soufre sous forme de cystine. La petite

---

[1] P. Thomas, *Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 2024.

quantité de soufre présente n'est pas cependant sous forme de combinaison minérale, car la substance ne laisse après combustion qu'une trace de cendres indosable.

Nous avons cherché à déterminer la concentration en ions H nécessaire pour produire le début de la précipitation, dans les solutions alcalines. On trouve ainsi une valeur de p_H très voisine de 4, ce qui correspond à un point situé un peu au delà de la neutralité à l'hélianthine, et voisin du point de précipitation de la caséine. Il faut noter que, lorsqu'on emploie l'acide phosphorique comme précipitant, ce point correspond en même temps à la précipitation maximum, des quantités plus grandes d'acide produisant une redissolution.

Afin d'avoir une indication sur la répartition de l'azote dans la molécule de cette substance, nous l'avons hydrolysée en employant la méthode de Hausmann modifiée par l'un de nous au cours de ses recherches sur les matières protéiques de levure ([1]). Voici les chiffres trouvés, en regard desquels nous avons placé ceux qui correspondent à la même opération, effectuée sur le protéide de levure (ces résultats sont exprimés en pour 100 de l'azote total) :

	Aspergillus.	Levure.
Azote ammoniacal	6,81	6,86
» humide	4,00	4,02
» basique ou diaminé	15,63	26,67
» monoaminé	73,08	60,39

Il ressort de cette comparaison que notre produit est caractérisé par une plus faible proportion d'azote basique, avec augmentation correspondante de l'azote monoaminé.

Cette différence dans la constitution n'empêche pas les deux substances extraites, soit de l'*Aspergillus*, soit de la levure, de montrer des propriétés assez semblables pour qu'il soit permis, dans l'état actuel de la classification des albuminoïdes, de les ranger dans le même groupe. Ce sont des protéides phosphorés voisins de la caséine. On peut d'ailleurs justifier le rapprochement, déjà basé sur un ensemble de propriétés générales, en s'appuyant sur la communauté d'origine. De même que la caséine paraît résulter de la rupture de la molécule d'un nucléoprotéide, avec séparation des bases puriques, les protéides de levure et d'*Aspergillus* semblent dériver des nucléoprotéides existant dans les cellules de ces champignons. Pour ces deux

([1]) P. THOMAS et S. KOLODZIEJSKA, *Comptes rendus*, t. 157, 1913, p. 243.

dernières substances protéiques, l'expérience montre qu'elles prennent naissance absolument dans les mêmes conditions et sous l'influence d'agents lytiques certainement très voisins. La difficulté presque insurmontable que présente la préparation des nucléoprotéides correspondant aux protéides phosphorés déjà isolés nous a jusqu'à présent empêchés de donner la démonstration directe de cette hypothèse, mais nous avons pu l'appuyer déjà sur un certain nombre d'expériences qui montrent le parallélisme d'action de ces agents.

Nous avons pu trouver, à côté du protéide phosphoré de l'*Aspergillus niger*, une albumine coagulable. Cette substance est présente en quantité trop minime, dans les conditions actuelles de nos expériences, pour que nous puissions en donner les caractères avec certitude; nous comptons d'ailleurs améliorer la méthode de préparation de ce produit.

M. **Gandillot** adresse un Mémoire intitulé : *Transformations d'énergie par interférence.*

(Renvoi à l'examen de M. A. Blondel.)

A 16 heures et quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

Rapport *de la Commission chargée de proposer pour l'année* 1914 *la répartition du* Fonds Bonaparte.

(Cette Commission, qui comprend le Prince Bonaparte comme membre de droit, se compose cette année de MM. Appell, président de l'Académie : Violle, P. Villard, E. Perrier, L. Guignard, Haller, Adolphe Carnot; G. Darboux, rapporteur.)

La Commission n'a pas eu à examiner moins de soixante demandes de subvention. Elle vous propose d'accorder :

1° Une somme de 2000fr à M. **Pierre Breteau**, docteur ès sciences, pharmacien-major de 1re classe, pour lui permettre de poursuivre ses

recherches sur l'emploi du palladium en Analyse et en Chimie organique. La demande de M. Breteau a été examinée et recommandée par notre confrère M. Haller.

2° Une somme égale de 2000fr à M. **Chatton** pour lui donner les moyens de continuer ses intéressantes recherches sur les Péridiniens parasites. Les Péridiniens, qui constituent une bonne part des planctons marins et d'eau douce, étaient considérés jusqu'en 1905 comme des êtres essentiellement libres. Les recherches de M. Chatton, commencées à cette époque, ont modifié complètement ce point de vue et apporté toute une série de découvertes intéressantes et originales que nos confrères MM. Delage, Bouvier et Guignard ont présentées à diverses reprises, et avec de grands éloges, à l'Académie.

3° Une somme de 3000fr à M. **Fr. Croze**, docteur ès sciences, qui désire poursuivre ses travaux sur le phénomène Zeeman dans les spectres de bandes et les spectres de lignes. Les premiers résultats de ces études ont été publiés dans nos *Comptes rendus* et dans la thèse de doctorat de M. Croze. Pour aller plus loin, M. Croze a besoin d'appareils plus lumineux et plus dispersifs. La subvention de l'Académie l'aidera à poursuivre des travaux qui, d'après l'opinion de notre confrère M. de Gramont, ont beaucoup contribué au progrès de nos connaissances spectroscopiques et lui permettra d'acquérir un grand réseau concave de 6m de rayon en même temps qu'un objectif de 16cm d'ouverture.

4° Une somme de 6000fr à M. **Hemsalech**, docteur ès sciences, maître ès sciences de l'Université de Manchester.

Depuis plus de 20 ans, M. Hemsalech poursuit avec succès de très intéressantes recherches de spectroscopie que l'Académie a déjà récompensées en décernant le prix Hébert à ce distingué physicien. La subvention proposée lui permettra de se procurer un transformateur à résonance du type imaginé par MM. Hemsalech et Tissot, en même temps qu'une batterie de condensateurs, et d'accroître ainsi dans une proportion notable, devenue nécessaire, la puissance de son outillage.

5° 2000fr au P. **Laïs**, directeur de l'Observatoire du Vatican. Le P. Laïs est chargé des travaux que son Observatoire s'est engagé à exécuter dans le plan général de la publication de la Carte photographique du Ciel. Il a

en ce moment 50 clichés à faire tirer en héliogravure. En additionnant tous les fonds disponibles, il manquerait encore 5000fr pour le tirage des 50 clichés.

La Commission, qui sait tout l'intérêt que l'Académie porte à l'exécution de la Carte du Ciel, propose d'attribuer au P. Laïs la somme de 2000fr indiquée plus haut, sous la condition, proposée spontanément par le P. Laïs, que 100fr seront attribués pour chaque carte et que les cuivres deviendront, après le tirage, la propriété de l'Observatoire de Paris.

6° Une somme de 2000fr à M. **Pellegrin**, assistant au Muséum, pour lui faciliter la poursuite de ses recherches et la continuation de ses publications concernant principalement les Poissons d'Afrique.

M. Pellegrin, qui a bénéficié en 1913 d'une subvention de 2000fr, l'a très utilement employée et a fait déjà paraître de nombreuses Notes ayant trait aux Poissons du lac Victoria, aux Vertébrés des eaux douces du Maroc, à ceux du Sahara, aux Poissons des côtes de Mauritanie, du Niger, de Guinée, etc. Ces études lui ont permis d'envisager la publication d'un Volume d'ensemble qui sera consacré aux Poissons des eaux douces d'Afrique et, plus particulièrement, à ceux des colonies françaises. Il y a là un intérêt à la fois scientifique et national qui nous paraît amplement justifier notre proposition.

7° 2000fr à M. **Trousset**, docteur ès sciences, assistant à l'Observatoire de Bordeaux, pour l'aider dans ses études relatives à la théorie des petites planètes, dont le nombre s'accroît chaque jour.

Dans sa réunion de Saint-Pétersbourg, l'Association internationale des Académies a donné son patronage à une œuvre internationale ayant pour objet l'étude systématique, et poursuivie méthodiquement, des petites planètes. Grâce à la subvention accordée à M. Trousset, la France prendra une part très honorable à ce travail d'intérêt général.

8° 2000fr à M. **Vigouroux**, professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, pour lui permettre de continuer ses recherches sur le silicium et ses différentes variétés. Ces recherches, dans lesquelles il faut faire usage d'acide fluorhydrique, exigent l'emploi de récipients d'un prix élevé.

9° Une somme de 3000fr à M. **Alluaud**, chargé de missions scientifiques, qui désire continuer la publication, entreprise avec le Dr R. Jeannel, des

résultats scientifiques de trois voyages de recherches en Afrique orientale et centrale, plus spécialement sur la faune et la flore des montagnes à neiges éternelles de l'Afrique équatoriale (Kilima-n'djaro, Kénia, Ruwenzori) et de la faune cavernicole de la côte de l'océan Indien. Il reste encore à publier une quinzaine de Mémoires et une douzaine de manuscrits, qui sont prêts pour l'impression.

10° Une somme de 9000^{fr}, à répartir également entre MM. **Pitart**, professeur à l'École de médecine et de pharmacie de Tours, **de Gironcourt**, ingénieur agronome, **Lecointre**, ingénieur chimiste, tous les trois membres de la mission d'études scientifiques du Maroc, organisée par la Société de Géographie.

Cette proposition se justifie d'elle-même et nous n'avons qu'à rappeler à l'Académie les Rapports ultérieurs de la Commission.

11° Une somme de 2000^{fr} à M. **Vasseur**, professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Marseille, qui désire continuer ses fouilles géologiques dans un gisement fossilifère du Lot-et-Garonne. Ce gisement, que M. Vasseur a découvert il y a une vingtaine d'années, appartient au terrain oligocène et présente une richesse exceptionnelle en restes de Vertébrés. Il a commencé à l'explorer dès 1912 et a pu réunir, à la Faculté des Sciences de Marseille, une admirable série paléontologique, comprenant des types de Mammifères nouveaux et des pièces d'une conservation surprenante. C'est pour continuer ces fouilles, qui permettront de compléter certains débris insuffisants appartenant à des espèces nouvelles, que M. Vasseur demande la subvention proposée par votre Commission.

12° Une somme de 3500^{fr} à M. **Mauguin**, docteur ès sciences, chargé du Cours de Minéralogie et de Cristallographie à la Faculté des Sciences de Nancy, pour la continuation de ses intéressants travaux sur les cristaux liquides et les remarquables phénomènes d'orientation que présentent ces corps singuliers quand on les place dans un champ magnétique. Dans cet ordre de recherches, M. Mauguin a obtenu déjà des résultats extrêmement importants, tels, par exemple, que la mise en évidence de l'agitation thermique par les effets optiques dus aux rapides oscillations des molécules autour d'une orientation moyenne, ou encore un cas tout à fait nouveau de dimorphisme résultant d'une action, jusque-là inconnue, du champ magnétique.

La subvention proposée permettra à M. Mauguin de faire construire l'électro-aimant qui lui est indispensable pour la continuation de ses recherches.

13° 2000^fr à M. **Anthony**, docteur ès sciences, pour subvenir aux frais qu'entraînent ses recherches sur le déterminisme des caractères morphologiques et l'action des facteurs primaires au cours de l'évolution. Cette subvention permettra à M. Anthony de publier l'Ouvrage où il a l'intention d'exposer les recherches qu'il a poursuivies depuis plus de 15 ans et les conclusions auxquelles il a été conduit.

14° 4000^fr à M. **Andoyer**, membre du Bureau des Longitudes, professeur d'astronomie à la Faculté des Sciences de Paris.

Il y a trois cents ans que Napier a calculé ses premières Tables de logarithmes; après lui, d'autres mathématiciens ont perfectionné ses méthodes de calcul, tant pour les logarithmes des nombres que pour ceux des lignes trigonométriques. Jusqu'à ces dernières années, l'œuvre de ces fondateurs n'avait pas été surpassée dans son ensemble : elle demeurait limitée aux mêmes approximations, et entachée des mêmes erreurs.

A notre époque, où la précision des mesures exige une précision nouvelle dans les calculs, il y avait un intérêt scientifique de premier ordre à reprendre l'œuvre ancienne, pour l'amener à un plus haut degré de perfection, non dans un intérêt spéculatif, mais en vue des applications. L'insuffisance des Tables à sept ou même à huit décimales, pour les calculs précis de l'Astronomie et de la Géodésie, est connue depuis longtemps; d'autre part, les valeurs naturelles des lignes trigonométriques, abandonnées après l'invention des logarithmes, retrouvent aujourd'hui un emploi général, puisqu'elles sont le mieux appropriées à la pratique toujours grandissante des calculs effectués directement à l'aide de machines.

Pour ces diverses raisons, M. Andoyer a entrepris l'œuvre vraiment colossale de recalculer ces diverses Tables, avec un plus grand nombre de décimales, d'après des méthodes nouvelles et exactes. Cette œuvre fera le plus grand honneur à la Science française.

En 1911, M. Andoyer a publié une Table nouvelle et complète, contenant les logarithmes à quatorze décimales des lignes trigonométriques, de dix en dix secondes sexagésimales, accompagnée de Tables préliminaires d'une

précision encore supérieure. Pour cette première œuvre, l'Académie lui a décerné l'un de ses prix.

Après cela, M. Andoyer a commencé l'impression, dans les mêmes conditions, et après achèvement complet du manuscrit, d'un nouveau Volume qui renfermera les valeurs naturelles à quinze décimales des six lignes trigonométriques. Pour achever l'œuvre entreprise, il lui reste à préparer et à publier une nouvelle Table des logarithmes des nombres, travail dont il a déjà dressé le plan et préparé la réalisation. Malheureusement, il lui est impossible, en raison des charges croissantes de son enseignement et de ses fonctions de directeur des calculs au Bureau des Longitudes, d'assurer seul, comme il l'avait fait jusqu'ici, la tâche d'exécuter tous les calculs nécessaires. Il aurait besoin de faire exécuter sous ses yeux les calculs par une personne d'habileté éprouvée; il estime *a priori* qu'une somme de *huit mille francs* serait suffisante, c'est cette somme qu'il demande à l'Académie sur le Fonds Bonaparte.

La Commission estime qu'il y a lieu d'accorder une subvention à M. Andoyer pour mettre sur pied cette Table à laquelle restera attaché le nom du Fonds Bonaparte. Comme le travail doit durer environ trois ans, la Commission propose d'allouer cette année une subvention de *quatre mille francs*.

15° 4000fr à M. Bénard pour lui permettre de reprendre, sur une très grande échelle, ses recherches d'Hydrodynamique expérimentale. Notre confrère, M. Deslandres, a bien voulu mettre à la disposition de M. Bénard, pour ses expériences, la grande pièce d'eau de Meudon. La Commission estime qu'il y a lieu de fournir à M. Bénard les ressources nécessaires pour l'installation en grand des dispositifs d'enregistrement optiques qu'il a imaginés au cours de ses recherches antérieures sur ce très intéressant sujet.

16° 2000fr à M. Chauvenet, docteur ès sciences, chargé de cours à la Faculté des Sciences de Besançon, pour lui permettre de continuer ses travaux sur le zirconium et les combinaisons complexes de cet élément. M. Chauvenet désire se trouver en mesure d'acheter les matières premières et les appareils permettant de faire des mesures physiques sur les produits obtenus.

17° 2000fr à M. François Franck, professeur au Collège de France. Notre collègue nous a indiqué plusieurs sujets de recherche qu'il a en vue.

La subvention proposée aurait uniquement pour but de lui permettre de continuer l'étude chronographique du développement de l'embryon avec examen spécial de la fonction rythmique du cœur.

18° Une somme de 2600^{fr} à M. Sauvageau, professeur à l'Université de Bordeaux.

M. Sauvageau a exécuté l'an dernier, sur les Algues marines, une série de recherches qui ont fait l'objet d'un important Mémoire. Divers travaux publiés dans ces derniers temps sur le développement des Laminaires ayant fourni des résultats qui ne concordent pas avec ceux du grand algologue Thuret, il serait très intéressant de reprendre les observations sur ce sujet. C'est pour permettre à M. Sauvageau de se livrer à cette étude que la Commission lui a alloué une somme de 2000^{fr}.

En résumé, la Commission vous propose l'emploi suivant des sommes mises à la disposition de l'Académie par la générosité de notre confrère, le Prince Bonaparte :

		fr
1.	M. P. Breteau	2 000
2.	M. Chatton	2 000
3.	M. F. Croze	3 000
4.	M. Hemsalech	6 000
5.	M. Laïs	2 000
6.	M. Pellegrin	2 000
7.	M. Trousset	2 000
8.	M. Vigouroux	2 000
9.	M. Alluaud	3 000
10.	M. Pitart M. de Gironcourt M. Lecointre	9 000
11.	M. Vasseur	2 000
12.	M. Mauguin	3 500
13.	M. Anthony	2 000
14.	M. Andoyer	4 000
15.	M. Bénard	4 000
16.	M. Chauvenet	2 000
17.	M. François Franck	2 000
18.	M. Sauvageau	2 000

soit un total de 54 500^{fr}.

La Commission avait à sa disposition, outre l'annuité de 50 000^{fr} que

versera cette année le Prince notre confrère, une somme de 4000fr, portée à la réserve, et une autre somme de 3000fr, restituée par un des bénéficiaires qui n'avait pu accomplir sa mission.

Si nos propositions sont acceptées, il restera donc en réserve une somme de 2500fr.

L'Académie adopte, à l'unanimité des suffrages, les propositions de la Commission.

M. le Président de l'Académie, se faisant l'interprète de tous ses confrères, adresse de nouveaux et bien vifs remerciements au Prince Bonaparte pour l'appui si efficace qu'il apporte à la Science française.

La séance est levée à 16 heures trois quarts.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 juin 1914.

Société internationale des Électriciens. *Travaux du Laboratoire central d'Électricité*, publiés par P. Janet; t. III, 1912-1913. Paris, Gauthier-Villars, 1914; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Bouty.)

Flore générale de l'Indo-Chine, publiée sous la direction de M. H. Lecomte; t. IV, fasc. 2 : *Loganiacées* (fin), *Gentianacées*, par P. Dop et Gagnepain; *Boraginacées*, par Gagnepain et Courchet. Paris, Masson et Cie, février 1914; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Mangin.)

L'Agave, culture et exploitation, par Félicien Michotte. Paris, Augustin Challamel, 1914; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Prillieux.)

Bulletin des séances de la Société des Sciences de Nancy; série III, t. XV, fasc. 1; 15e année, janvier-mars 1914. Nancy, Albert Barbier, 1914; 1 vol. in-8°.

Seismometrische Beobachtungen in Potsdam, in der Zeit vom 1 Januar bis 31 Dezember 1913. Berlin, P. Stankiewicz, 1914; 1 fasc. in-8°.

Das Geoid im Haz, mit fünf Karten und mehreren Figuren im Text und einer stereoskopischen Aufnahme, von A. Galle. Berlin, 1914; 1 fasc in-4°.

The Weed Flora of Iowa, by L.-H. Pammel and others. (*Iowa Geological Survey*, Bulletin n° 4.) Des Moines, 1913; 1 vol. in-8°.

Minnesota Plant Studie. V : Guide to the autumn flowers of Minnesota field and garden, by F.-E. Clements, C.-O. Rosendahl and F.-K. Butters. Minneapolis, 1913; 1 fasc. in-8°.

Report of the eighty-third meeting of the British Association for the Advencement of Science : Birmingham, 1913, *september* 10-17. Londres, John Murray, 1914; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

—

(Séance du 29 juin 1914.)

Note de M. *A. Blondel*, Analyse des réactions de l'induit dans les alternateurs :

Page 1964, *ajouter au Tableau*, 1re *colonne, le renvoi suivant :* les trois dernières formules de la colonne sont établies en supposant $\mathcal{R}_a$ négligeable devant $\mathcal{R}_e$; s'il en est autrement, $\frac{\mathcal{R}_e}{\mathcal{R}_{f_1}}$ est à remplacer par $\frac{\frac{\mathcal{R}_a}{\nu_2} + \mathcal{R}_e}{\mathcal{R}_{f_1}}$.

Page 1965, ligne 16, *remplacer les mots* à cette composante active, *par* à cette composante s'ajoute une composante active.

Même page, note (1), ligne 2, *au lieu de* induit a, *lire* inducteur a.

Note de M. *H. Parenty*, Sur une loi expérimentale de l'écoulement des gaz et de la vapeur à travers les orifices :

Page 1975, ligne 7, *au lieu de* $I_1 m S \ldots$, *lire* $I_1 = m S \sqrt{\ldots}$.

Même page, ligne 11 en remontant, *au lieu de* valeurs 1,035 et 1,0373, *lire* valeurs 1,0083 et 1,0375.

Page 1976, ligne 13, *au lieu de* $\frac{I}{I_L}$, *lire* $\frac{I_L}{I}$.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 JUILLET 1914.

PRÉSIDENCE DE M. P. APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie, de la part du Comité, un Volume intitulé : *Travaux de Biologie végétale*, Ouvrage dédié à Gaston Bonnier, par ses élèves et ses amis, à l'occasion du vingt-cinquième anniversaire de la fondation du *Laboratoire de Biologie végétale* de Fontainebleau et de la création de la *Revue générale de Botanique*.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la réduction des oxydes de cuivre, de plomb, de nickel.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **Léo Espil.**

Dans une récente Note, M. E. Berger a publié le résultat de recherches sur la réduction des oxydes de cuivre et de nickel, en présence d'une matière déshydratante (1).

Nous poursuivons nous-mêmes depuis près de deux ans l'étude de la réduction des oxydes métalliques, et nous avons eu l'honneur de communiquer, il y a quelque temps, une partie des résultats concernant l'oxyde de nickel (2).

La publication de M. Berger nous oblige à faire connaître quelques autres résultats, déjà acquis, relatifs à l'oxyde cuivrique et aux oxydes de plomb, et à revenir sur la question de l'oxyde de nickel.

I. *Oxyde cuivrique.* — En employant le carbure de calcium comme indi-

---

(1) E. Berger, *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 1798.

(2) Paul Sabatier et Léo Espil, *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 668.



cateur de la production de vapeur d'eau, nous avons trouvé que, dans un courant d'hydrogène sec, l'oxyde cuivrique, issu de la calcination modérée du nitrate, subit nettement une réduction à partir de 120°.

Nous avons, d'autre part, appliqué à cet oxyde cuivrique la méthode d'étude que nous avons décrite dans notre Note antérieure. 1g,272 d'oxyde cuivrique ont été maintenus à 175° dans un courant lent d'hydrogène sec. Le Tableau suivant indique les poids d'eau recueillis après des temps déterminés, ainsi que les *coefficients de réduction* qui en résultent:

Temps.	Poids d'eau recueillis.	Coefficients de réduction.	Accroissement horaire moyen.
2 heures	g 0,061	21,1	11,5
5 »	0,184	63,7	14,2
6 »	0,211	73,0	9,3
7 »	0,229	79,2	6,2
8 »	0,245	84,8	5,6
9 »	0,255	88,2	3,4

La courbe représentant en ordonnées les coefficients de réduction est formée d'une branche unique, qui, pour se raccorder à l'origine, doit nécessairement posséder un point d'inflexion. Sa forme indique, au départ de la réduction, une vitesse très faible, qui croît rapidement jusqu'au point d'inflexion, pour décroître ensuite régulièrement. Nous aurons, sans doute, à revenir sur ce fait d'une réduction plus lente à l'origine, qui existe aussi, quoique moins fortement accusée, dans la réduction de l'oxyde de nickel effectuée aux températures basses.

La courbe indique que la réduction ne serait pas encore totale après 14 heures : sa régularité montre qu'il ne peut être question d'aucune étape intermédiaire de la réduction, correspondant à un sous-oxyde. Les observations anciennes, et plus récemment celles de F. Glaser [1], avaient conduit à la même conclusion, retrouvée d'ailleurs par M. Berger.

II. Oxydes de plomb. — *Peroxyde de plomb.* — D'après Müller [2], l'oxyde puce de plomb PbO^2 est réduit par l'hydrogène à partir de 155°; d'après Wright et Luff, cette réduction aurait lieu dès 140° [3], conduisant au protoxyde PbO. Au contraire, Glaser, dans un courant d'hydrogène,

---

[1] F. Glaser, *Zeitsch. phys. Chem.*, t. XXXVI, 1903, p. 11.

[2] Müller, *Ann. Pogg.*, t. CXXXVI, 1869, p. 51.

[3] Wright et Luff, *Chem. Soc.*, t. XXXIII, p. 1.

n'a observé aucune diminution de poids du bioxyde de plomb, à diverses températures comprises entre 100° et 185° : ce n'est qu'à 189° qu'une formation d'eau a pu être constatée et, à 194°, il a obtenu une réduction régulière en protoxyde, sans formation intermédiaire de minium [1].

Nous avons trouvé que, dans un courant d'hydrogène bien sec, la réduction du bioxyde de plomb, manifestée par l'apparition de la teinte jaune clair du protoxyde PbO, commence à 150°, et peut conduire à une transformation totale en protoxyde, non atteint par la réduction à cette température.

Protoxyde de plomb. — Berzélius avait déjà indiqué que la réduction du protoxyde par l'hydrogène à température modérée peut conduire à un sous-oxyde gris Pb^2O. Des écarts très grands existent d'ailleurs entre les températures minima capables de procurer la réduction pratique du protoxyde de plomb par l'hydrogène. Selon Winkelblech, il suffirait d'une température peu supérieure à 100° [2], tandis que Wright et Luff (*loc. cit.*) ont indiqué 190°-195°, et Müller a trouvé 310°.

Nous avons trouvé que la réduction du protoxyde jaune est rendue visible à partir de 190° par le noircissement de la matière. Le protoxyde maintenu à cette température se transforme très lentement en *sous-oxyde* gris brun Pb^2O, qui peut être atteint beaucoup plus vite en opérant la réduction à 240°, température au-dessous de laquelle le sous-oxyde ne subit aucune réduction appréciable.

Le dosage de plomb dans le sous-oxyde a donné 95,7 pour 100 (calculé 96,3).

Sous-oxyde de plomb. — En employant le carbure de calcium et le dégagement d'acétylène qu'il fournit, comme indicateur de la formation d'eau [3], nous avons trouvé que le sous-oxyde issu de la réduction partielle du protoxyde est réduit très lentement en plomb métallique à 250°, rapidement à 300°.

Minium. — Wright et Luff ont indiqué 230° comme température inférieure pour la réduction du minium par l'hydrogène. Müller avait indiqué 310°-315°.

---

(1) F. Glaser, *Loc. cit.*, p. 13.

(2) Winkelblech, *Ann. Chem. Pharm.*, t. XXI, p. 51.

(3) On fait barboter le gaz dans une solution limpide de chlorure cuivreux dans le chlorure de potassium : l'acétylène y détermine un précipité pourpre.

Le minium que nous avons étudié correspond bien à la formule Pb^3O^4. $3^g,412$ de minium ont fourni $4^g,521$ de sulfate de plomb; d'où :

	Pour 100.
Plomb trouvé	90,5
Plomb calculé	90,6

Sa réduction par l'hydrogène sec est manifestée à 250° par le brunissement de la matière et, poursuivie à cette température, elle conduit sans production de protoxyde intermédiaire à un sous-oxyde brun marron, de formule Pb^2O :

	Pour 100.
Plomb trouvé	95,8
Plomb calculé	96,3

Le sous-oxyde est réduit très lentement en plomb métallique dès sa formation.

III. *Oxyde de nickel.* — Nos expériences, effectuées en maintenant des poids connus de protoxyde anhydre à température constante dans des courants réguliers d'hydrogène, ont mis en évidence d'une façon indiscutable :

1° L'influence retardatrice de l'humidité sur la réduction et aussi, provenant visiblement de la même cause, l'influence favorable de la rapidité du courant gazeux;

2° La production d'un sous-oxyde intermédiaire entre le protoxyde et le métal, sous-oxyde qui est d'ailleurs réductible aux mêmes températures que le protoxyde, mais beaucoup moins vite; et par conséquent la formation dans tous les cas, de nickel métallique libre, à côté du sous-oxyde.

Ces résultats ont été retrouvés par M. Berger, mais il affirme que le sous-oxyde est Ni^2O, tandis que, dit-il, *nous avons été conduits à penser* que c'est Ni^4O.

Moins heureux que M. Berger, nous n'avons pas acquis la certitude scientifique quant à la composition du sous-oxyde, qu'on ne peut jamais arriver à isoler seul, mais toujours mélangé à la fois à du métal et à du protoxyde.

A la suite d'expériences très nombreuses, dont nous n'avons indiqué qu'une faible partie dans notre Note, nous avons hésité beaucoup entre les deux formules Ni^4O et Ni^3O : dans des Communications préliminaires faites

successivement à la Société chimique (section de Toulouse) [1], nous avons tour à tour adopté l'une et l'autre formule.

Les courbes, qui représentent les variations des coefficients de réduction aux diverses températures, sont, ainsi que nous l'avons déjà exposé, composées de deux branches très inégalement inclinées, l'une et l'autre de faible courbure, et se raccordant au voisinage d'un point qui s'élève au fur et à mesure que la température croît.

Dans les résultats déjà cités dans notre précédente Communication, ces raccordements ont lieu à 250° vers l'ordonnée 79, à 220° vers l'ordonnée 77, ce raccordement anguleux étant d'ailleurs, à mesure que l'élévation de température accélère la réduction, remplacé par une courbe de plus en plus étendue.

Dans la réduction effectuée très lentement à 155°, la marche est figurée par deux branches très régulières qui se coupent vers l'ordonnée 76 pour 137 heures de chauffe : la deuxième est très peu inclinée sur l'axe des temps et correspond à une réduction extrêmement lente du sous-oxyde.

Ces conclusions nous paraissent indiquer que, si l'on pouvait conduire la réaction à température plus basse (ce qui est pratiquement irréalisable à cause de la lenteur exagérée de la réduction), le raccordement des deux branches correspondrait à l'ordonnée 75, la seconde branche étant devenue sensiblement horizontale, c'est-à-dire que, dans ces conditions, la réduction s'arrêterait au sous-oxyde Ni^4O.

Pour toutes les températures réellement utilisables pour la réduction, le sous-oxyde formé subit lui-même une réduction, et aussitôt que du sous-oxyde a été produit à partir du protoxyde, il y a également une certaine dose de nickel libre issu de ce sous-oxyde. Dès le début, la matière est constituée par un mélange de protoxyde, de sous-oxyde et de métal. Nous rappellerons que, par la production de nickel-carbonyle, nous avons vérifié la présence du métal peu de temps après le début de la réduction.

La forme des courbes que nous avons obtenues et les conclusions qu'elles nous ont imposées ne peuvent se concilier avec la formule Ni^2O que M. Berger a adoptée pour le sous-oxyde dans des conditions expérimentales d'ailleurs très différentes des nôtres, et dont le détail nous est encore trop insuffisamment connu pour qu'il nous soit permis de les discuter.

Il est au fond assez peu important de connaître la formule exacte de ce

---

[1] Paul Sabatier et Léo Espil, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. XIII, 1913, p. 877 et t. XV, 1914, p. 228.

sous-oxyde, qui ne constitue jamais une étape stable de la réduction. Le fait important que nous avons établi est que la réduction du protoxyde de nickel pratiquée aux diverses températures n'a lieu qu'en libérant toujours une certaine dose de métal.

Cette conclusion, que nous avons nettement indiquée dans notre dernière Note, semble avoir été interprétée d'une façon inexacte par M. Brochet, qui a écrit récemment que nous admettons *la formation déjà à* 170° *du sous-oxyde* Ni^4O (¹).

L'essentiel est que, quelle que soit la température à laquelle est réduit l'oxyde de nickel, il produit toujours une certaine quantité de nickel libre, et, si faible qu'elle puisse être, cette proportion de nickel ainsi libéré sur la surface des grains de l'oxyde, nous paraît constituer le facteur exclusif, nécessaire et suffisant, des prétendues hydrogénations effectuées par le sous-oxyde.

Dans un travail récent sur l'hydrogénation des huiles, MM. Meigen et Bartels sont arrivés également à conclure à l'inanité de l'hydrogénation par le sous-oxyde de nickel, l'activité catalytique n'appartenant qu'au métal libre (²).

Conclusions. — On voit que les protoxydes de cuivre, de plomb, de nickel conduisent, dans leur réduction par l'hydrogène, à des résultats tout à fait distincts.

L'oxyde cuivrique CuO amène directement au métal, sans aucune formation intermédiaire d'un sous-oxyde tel que l'oxyde cuivreux.

L'oxyde de plomb PbO conduit entre 190° et 250° à un sous-oxyde Pb^2O stable, irréductible sous la pression ordinaire dans cet intervalle de températures.

L'oxyde de nickel NiO amène à un sous-oxyde qui est lui-même réductible même aux températures les plus basses de réduction, et par conséquent engendre dans tous les cas un mélange de sous-oxyde et de nickel, de plus en plus riche en métal, et où celui-ci ne fait jamais défaut.

Nous poursuivons l'étude de la réduction de ces oxydes, ainsi que celles des oxydes de fer, cobalt, cadmium, etc.

(¹) Brochet, *Bull. Soc. chim.*, 4ᵉ série, t. XV, 1914, note de la page 557.

(²) Meigen et Bartels, *Journ. f. prakt. Chem.*, N. F., t. LXXXIX, 1914, p. 296.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses au moyen de l'amidure de sodium. Sur l'oxyde de propylènediméthylacétophénone et quelques-uns de ses dérivés. Nouvelle méthode de préparation des acides γ-cétoniques.* Note de M. A. **Haller** et de Mme **Ramart-Lucas**.

L'oxyde de propylènediméthylacétophénone et son dimère, ce dernier préparé par deux voies différentes (1), se prêtent, en raison de leur double fonction oxydique et cétonique, à maintes autres réactions. Parmi ces réactions, nous citerons dans cette Note celles qu'ils présentent vis-à-vis de l'acide chromique, en solution acétique, et vis-à-vis des composés organomagnésiens.

Action de l'acide chromique sur l'oxyde de propylènediméthylacétophénone (f. 59°) *et son dimère fondant à* 214°. *Acide 3-benzoyl 3-méthylbutanoïque.*

4g d'oxyde de propylènediméthylacétophénone ont été dissous dans 100g d'acide acétique cristallisable puis additionnés d'une quantité d'acide chromique correspondant à 1at d'oxygène par molécule d'oxyde. Il faut chauffer légèrement pour que la liqueur devienne verte. On étend d'eau et l'on agite avec de l'éther. La solution éthérée est lavée à l'eau alcaline, puis à l'eau et enfin évaporée. La liqueur aqueuse, sursaturée par SO^4H^2 dilué, fournit des traces d'un acide fondant à 100° sur lequel nous reviendrons plus loin.

Le résidu laissé par évaporation de la solution éthérée est repris par un mélange d'éther et d'éther de pétrole et la solution est abandonnée à l'évaporation spontanée. On obtient ainsi des cristaux feutrés fondant d'abord à 92°, mais que des cristallisations successives amènent au point de fusion de 100° qui est celui du 2-*benzoyl*-2-*méthyl*-4.5-*pentanediol* $C^6H^5.CO.C(CH^3)_2{-}CH^2.CHOH.CH^2OH$ déjà décrit antérieurement (1).

Le dimère fondant à 214°, traité dans des conditions semblables, fournit également, mais avec un rendement moindre, le même glycol cétonique de point de fusion 100°. Si, dans l'oxydation du cétone-oxyde, on emploie une quantité d'acide chromique correspondant à 4at d'oxygène par molécule du composé organique, on obtient, avec un rendement pour ainsi dire

(1) Mme Ramart-Lucas et M. A. Haller, *Comptes rendus*, t. 158, p. 1302; Meyeringh et A. Haller, *Ibid.*, p. 1957.

quantitatif, l'acide 3-benzoyl-3-méthylbutyrique cherché

$$C^6H^5.CO.C\begin{cases}CH^3\\ CH^2-CO^2H\\ CH^3\end{cases}$$

Quand on juge que l'oxydation est terminée on, étend d'eau la liqueur acétochromique, on recueille le précipité sur filtre et on le redissout dans du carbonate de soude. La solution, après filtration, est acidulée par de l'acide sulfurique et traitée à plusieurs reprises par de l'éther. Les liqueurs éthérées fournissent enfin, par évaporation spontanée, l'acide en gros cristaux blancs et transparents, solubles dans l'eau bouillante, dans l'alcool et l'éther, peu solubles dans l'éther de pétrole. Ces cristaux fondent nettement à 100° et le produit fondu, touché avec une trace d'un cristal de l'acide, se prend en une masse radiée fondant exactement à la même température que primitivement.

L'oxydation du *dimère fondant à* 214° donne naissance au même acide quand on opère avec les mêmes proportions d'oxydant. Ici encore le rendement est pour ainsi dire quantitatif.

Ajoutons enfin que l'oxydation de l'allyldiméthylacétophénone avec de l'acide chromique, au lieu et place du permanganate de potasse, fournit également l'acide 3-benzoyl-3-méthylbutanoïque, quand elle est réalisée au sein de l'acide acétique.

Synthèse directe de l'acide 3-benzoyl-3-méthylbutanoïque. — On sait, par les recherches de M. Darzens [1] que, lorsqu'on traite un mélange d'une cétone et d'un éther monochloracétique par de l'alcoolate de sodium, on obtient des éthers glycidiques. M. Claisen [2] a montré plus tard que la même condensation se produit quand on substitue l'amidure de sodium à l'alcoolate :

$$\begin{matrix}R\\R\end{matrix}\!\!>CO + CH^2Cl.CO^2C^2H^5 \quad \rightarrow \quad \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>C\underset{O}{\underbrace{-CH}}-CO^2C^2H^5.$$

Au cours de ses recherches, l'un de nous a souvent observé que, dans certains cas, les éthers brom- et iodacétiques ne réagissaient pas dans le même sens que l'éther chloracétique. Il en est ainsi, par exemple, quand on opère avec l'isopropylphénylcétone.

---

(1) Darzens, *Comptes rendus*, t. 139, 1904, p. 1214.

(2) Claisen, *Ber. deutsch. chem. Ges.*, t. XXXVIII, 1905, p. 698.

Lorsqu'on abandonne pendant deux jours, comme l'a fait M. Pointet dans le laboratoire de l'un de nous, un mélange d'isopropylphénylcétone, d'éther monochloracétique, d'amidure de sodium et d'éther anhydre, on obtient, après le traitement recommandé par le savant allemand pour des cas analogues, l'éther isopropylphénylglycidique formé suivant le processus indiqué par MM. Darzens et Claisen :

$$\begin{matrix} C^6H^5 \\ (CH^3)^2CH \end{matrix} \Big> CO + CH^2Cl.CO^2C^2H^5$$

$$\rightarrow \begin{matrix} C^6H^5 \\ \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \Big> CH \end{matrix} \Big> \underset{\diagdown O \diagup}{C - CH} - CO^2C^2H^5 \rightarrow \begin{matrix} C^6H^5 \\ \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \Big> CH \end{matrix} \Big> \underset{\diagdown O \diagup}{C - CH}.CO^2H.$$

Saponifié, cet éther donne naissance à l'acide fondant à 73° (et non à 63° comme l'indique M. Pointet) en se décomposant partiellement en acide carbonique et aldéhyde isopropylphénylacétique.

La réaction se passe tout autrement si, changeant quelque peu le mode opératoire, on substitue les éthers brom- ou iodacétique à leur analogue chloré.

On commence d'abord par préparer, à la manière habituelle, le dérivé sodé de l'isopropylphénylcétone, au sein du benzène anhydre. Quand tout l'amidure a disparu, on ajoute les $\frac{2}{3}$ de la quantité moléculaire d'éther iodacétique dans la solution, en ayant soin de maintenir le mélange à 0° et de l'agiter de temps en temps. Au bout de 2 heures environ, on décompose le tout par de la glace, on décante et l'on épuise la solution aqueuse par de l'éther, qu'on réunit à la liqueur benzénique. Après dessiccation sur du sulfate de soude anhydre, le tout est distillé à la pression ordinaire d'abord, puis dans le vide.

On recueille finalement, avec un rendement de 80 pour 100, un liquide passant de 168° à 175° sous 15^{mm}, et qui se présente sous la forme d'une huile très réfringente, soluble dans l'alcool et dans l'éther. Ce corps a la même composition que l'éther isopropylphénylglycidique de M. Pointet; mais tandis que ce dernier éther bout à 158° sous 18^{mm}, le nôtre passe 10° plus haut sous un vide de 15^{mm}. De plus, saponifié par les alcalis, notre éther fournit un acide parfaitement cristallisé, très stable et fondant à 100° sans se décomposer, alors que son isomère, l'acide phénylisopropylglycidique, fond à 72°-73° en se scindant en acide carbonique et aldéhyde isopropylphénylacétique. Les cristaux de cet acide, broyés avec ceux provenant de l'oxydation de l'oxypropylènediméthylacétophénone, donnent un mélange qui fond également à 100°.

Quand, dans cette préparation, on substitue l'éther bromacétique à l'éther iodé, on observe le même processus, mais avec des rendements moins avantageux.

En résumé, dans les conditions que nous venons d'indiquer, les éthers brom- et iodacétiques, mis en présence de l'isopropylphénylcétone sodée, donnent lieu à une substitution normale, avec formation d'éther 3-benzoyl-3-méthylbutyrique.

$$C^6H^5.CO.C\begin{cases}CH^3\\ -Na\\ CH^3\end{cases} + ICH^2.CO^2C^2H^5 = C^6H^5.CO.C\begin{cases}CH^3\\ -CH^2.CO^2C^2H^5\\ CH^3\end{cases} + NaI.$$

Comme on le verra dans la suite, cette réaction peut être généralisée et permettra de préparer toute une série d'acide γ-cétoniques, mono ou bisubstitués.

Action des composés organomagnésiens sur l'oxyde de propylènediméthylacétophénone. Préparation du 5.4-*oxy*-2.2-*diméthyl*-1.1-*diphénylpentanol*-1. — Cette étude a été entreprise dans le but de se rendre compte de l'orientation que subit la réaction quand on met la cétone en présence des composés organomagnésiens. En se basant sur ce qu'on sait de l'action de ces composés sur les corps à fonction cétonique d'une part, et sur les oxydes d'éthylène substitués d'autre part, on peut en effet concevoir la formation des différents corps suivants :

I.

$$\begin{matrix}R\\ C^6H^5\end{matrix}\!\!>\!\underset{OH}{C} - C\begin{cases}CH^3\\ -CH^2.CH - CH^2.\\ CH^3 \quad\quad \diagdown_{O}\diagup\end{cases}$$

II.

$$C^6H^5.CO.C\begin{cases}CH^3\\ -CH^2.CHOH.CH^2R.\\ CH^3\end{cases}$$

III.

$$C^6H^5.CO.C\begin{cases}CH^3\\ -CH^2.CH^2.CHOH.R.\\ CH^3\end{cases}$$

IV.

$$C^6H^5.CO.C\begin{cases}CH^3\\ -CH^2.CH\begin{cases}CH^2OH\\ R\end{cases}.\\ CH^3\end{cases}$$

Nous verrons, par l'étude des produits d'oxydation, obtenus avec le corps résultant de l'action du bromure de phénylmagnésium sur l'oxyde de propylènediméthylacétophénone et aussi par celle des composés dont la synthèse a été réalisée par condensation du même bromure sur l'éther 3-benzoyl-3-méthylbutyrique, que la réaction envisagée a abouti à un corps de la formule I.

On a fait agir sur une solution éthérée de 5^g d'oxyde de propylènediméthylacéto-

phénone fondant à 59°, le bromure de phénylmagnésium provenant de l'action de 10g de bromure de phényle sur 1.2 de magnésium.

Le mélange a été chauffé au bain-marie pendant 6 à 7 heures, versé sur de l'eau glacée et finalement soumis aux traitements habituels.

On arrive ainsi à isoler un produit blanc, cristallisant au sein de l'éther de pétrole en longues aiguilles brillantes, fondant à 107°-108°.

Peu soluble dans l'éther de pétrole froid, il se dissout dans ce solvant à chaud. Il est beaucoup plus soluble dans l'éther ordinaire, d'où il cristallise en prismes fondant à 122°. Ces derniers, mis à cristalliser dans l'éther de pétrole, se convertissent de nouveau en aiguilles de point de fusion 107°-108°.

L'analyse de ce composé conduit à la formule $C^{19}H^{22}O^{2}$.

Dérivé acétylé $C^{21}H^{24}O^{3}$. — Obtenu en chauffant le corps précédent au bain-marie avec de l'anhydride acétique, ce dérivé se présente sous la forme de fines aiguilles fondant à 119°,5, solubles dans l'éther, peu solubles dans l'éther de pétrole.

Phényluréthane $C^{26}H^{27}O^{3}N$. — Se prépare en chauffant à 100° une dissolution benzénique du corps fondant à 107°-108°, avec de l'isocyanate de phényle.

Cristallisée au sein d'un mélange d'éther et d'éther de pétrole, cette uréthane constitue de fines paillettes fondant à 116°-117°.

Oxydation du produit $C^{19}H^{22}O^{2}$. — Suivant les quantités d'oxydants employées et suivant aussi la température à laquelle on opère l'oxydation, on obtient des produits différents :

1° Si l'on oxyde à froid 1g du produit avec 0g,5 d'acide chromique en solution dans 40g d'acide acétique glacial, on arrive à isoler un corps soluble, à froid, dans la soude d'où les acides le précipitent. Ce corps cristallise, au sein de l'éther, en cristaux durs groupés autour d'un noyau et fondant à 155°-156°. L'analyse de ce composé conduit à la formule $C^{19}H^{20}O^{3}$.

2° Quand l'oxydation se fait à l'ébullition en présence de 3g d'acide chromique par gramme de produit $C^{19}H^{22}O^{2}$, on obtient environ 0g,9 d'une substance peu soluble dans l'éther froid, mais soluble dans l'éther bouillant, d'où elle cristallise en beaux cristaux très réfringents et fondant nettement à 146°-147°. Ce corps est également soluble à chaud dans les alcalis, mais il est insoluble dans l'éther de pétrole. Sa composition peut être représentée par la formule $C^{18}H^{18}O^{2}$.

Ajoutons que ce même composé peut encore être obtenu par oxydation du corps $C^{19}H^{20}O^3$, dont il diffère par 1^{at} de carbone et 1^{mol} d'eau en moins.

Action du bromure de phénylmagnésium sur l'éther 3-benzoyl-3-méthylbutyrique. Synthèse du corps $C^{18}H^{18}O^2$ *fondant à* 146°-147°. — Aucun des dérivés obtenus en partant du produit provenant de la condensation du bromure de phénylmagnésium sur l'oxyde de propylènediméthylacétophénone ne nous ayant renseigné sur la constitution de ce produit, nous avons tenté la synthèse d'un de ses dérivés, celui répondant à la formule $C^{18}H^{18}O^2$.

A cet effet, nous avons fait agir du bromure de phénylmagnésium sur une solution éthérée du 3-benzoyl-3-méthylbutyrate d'éthyle. La réaction, assez vive au début, nécessite que l'addition des réactifs se fasse goutte à goutte. Au bout de 4 heures elle est terminée. En soumettant le mélange obtenu au traitement approprié, et distillant dans le vide, on réussit à isoler environ 20 à 25 pour 100 d'un corps passant de 220° à 230° sous 20^{mm} et ne tardant pas à se prendre en masse dans le récipient. Ce corps, peu soluble dans l'éther froid, mais soluble dans l'éther bouillant, cristallise en petits cristaux fondant à 146°-147° qui, à l'analyse, donnent des chiffres correspondant à la formule $C^{18}H^{18}O^2$. Ces cristaux, broyés avec ceux de même composition provenant de l'oxydation du produit fondant à 107°-108°, donnent un mélange fondant également à 146°-147°.

La réaction synthétique mise en œuvre ne peut se traduire que de la façon suivante :

$$C^6H^5.CO.C\begin{cases}CH^3\\ CH^2-COOC^2H^5\\ CH^3\end{cases} + C^6H^5.MgBr \rightarrow \begin{matrix}C^6H^5\\ C^6H^5\end{matrix}\Big\rangle \underset{\displaystyle OH}{\overset{}{C}} - C\begin{cases}CH^3\\ CH^2.COOC^2H^5,\\ CH^3\end{cases}$$

l'éther formé est ensuite saponifié et donne une γ lactone

$$\begin{matrix}C^6H^5\\ C^6H^5\end{matrix}\Big\rangle C - C\begin{cases}CH^3\\ CH^3\\ CH^2\end{cases} \quad (OH\ \ HOOC) \rightarrow \begin{matrix}C^6H^5\\ C^6H^5\end{matrix}\Big\rangle C - C\begin{cases}CH^3\\ CH^3\\ CH^2\end{cases} \quad (O —— CO)$$

4.4-diphényl-3.3-diméthyl-4-butanolide.

Or, comme cette lactone est identique à un des produits d'oxydation du

corps fondant à 107°-108°, ce dernier ne peut avoir que la constitution I

$$\begin{matrix} C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{matrix} \!\!>\! \underset{\underset{OH}{|}}{C} - C(CH^3)_2 - CH^2.\underset{\diagdown}{CH} - \underset{\diagup}{CH^2} \text{ (O)}$$

5.4-oxy-2.2-diméthyl-1.1-diphénylpentanol 1.

L'autre produit d'oxydation de ce pentanol tertiaire est également une olide. On peut la représenter par la formule qui en fait une lactone δ,

$$\begin{matrix} C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{matrix} \!\!>\! C - C(CH^3)^2 - CH^2 - CHOH \quad (C-O \text{———} CO)$$

5.5-diphényl-4.4-diméthylpentan-2-ol-4-olide.

L'éther acétique et la phényluréthane du même pentanol auront, de leur côté, respectivement les formules de constitution :

$$\begin{matrix} C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{matrix} \!\!>\! \underset{\underset{OC^2H^3O}{|}}{C} - C(CH^3)^2 - CH^2.CH - CH^2 \text{ (O)} \qquad \begin{matrix} C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{matrix} \!\!>\! \underset{\underset{OCO.NHC^6H^5}{|}}{C} - C(CH^3)^2 - CH^2.CH - CH^2 \text{ (O)}$$

Nous continuons l'étude de ces réactions sur d'autres cétones, tant aliphatiques qu'aromatiques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques cétisocétimines.* Note de MM. Charles Moureu et Georges Mignonac.

Nous avons annoncé, dans une récente Communication ([1]), que, parmi les cétimines, celles où le carbone du groupement fonctionnel $-\underset{\underset{NH}{\|}}{C}-$ est lié à un atome de carbone porteur d'hydrogène produisent, par condensation de deux molécules avec perte d'ammoniac, des substances que nous avons désignées, en accord avec leur constitution, sous le nom de *cétisocétimines*, et nous avons décrit, à titre d'exemple typique, la préparation et les propriétés de la diphényléthyléthylidène-cétisocétimine, qui dérive de la phényléthylcétimine. La présente Note est consacrée à l'étude de quelques autres représentants de cette nouvelle classe de substances azotées.

([1]) *Sur une nouvelle classe de substances azotées : les cétisocétimines* (*Comptes rendus*, t. 158, 18 mai 1914, p. 1395).

Préparation. — Leur mode d'obtention est calqué sur celui qui a été suivi pour la diphényléthyléthylidène-cétisocétimine. On chauffe la cétimine correspondante vers 115°, pendant quelques jours, dans un courant d'hydrogène sec, et l'on sépare ensuite, par fractionnement sous pression aussi réduite que possible, la cétimine qui a pu rester intacte de la cétisocétimine, à point d'ébullition toujours beaucoup plus élevé.

Propriétés. — Ce sont des huiles jaunes-verdâtres plus ou moins foncées, épaisses et très visqueuses, très faiblement odorantes.

Elles subissent sous l'action de l'acide chlorhydrique étendu, déjà à froid et rapidement à chaud, un dédoublement caractéristique d'une grande netteté : il y a formation d'une molécule d'ammoniac et de deux molécules de la cétone correspondante [1]; exemple :

$$C^{20}H^{23}N + 2H^2O = 2NH^3 + 2C^6H^5-CO-CH^2-CH^2-CH^3.$$

Diphényl-propylpropylidène-cétisocétimine. — Phénylpropylcétone.

Elles ne produisent aucun dégagement gazeux quand on les traite par le bromure d'éthylmagnésium : elles ne portent donc pas d'hydrogène à l'azote [2]. Ce fait, rapproché de leur mode de dédoublement par hydrolyse, fixe à la fois le mécanisme de leur formation et leur constitution; la cétimine génératrice se tautomérise en isocétimine, et les deux formes tautomériques se condensent avec perte d'ammoniac; exemple :

a.

$$\underset{\text{Phénylpropylcétimine vraie.}}{C^6H^5-\underset{\underset{NH}{\|}}{C}-CH^2-CH^2-CH^3} \rightarrow \underset{\text{Isocétimine.}}{C^6H^5-\underset{\underset{NH^2}{|}}{C}=CH-CH^2-CH^3}$$

b.

$$\begin{array}{l} C^6H^5-C-CH^2-CH^2-CH^3 \\ \quad\quad NH \\ \quad\quad NH^2 \\ \quad\quad | \\ C^6H^5-C=CH-CH^2-CH^3 \end{array} = NH^3 + \begin{array}{l} C^6H^5-C-CH^2-CH^2-CH^3 \\ \quad\quad\ \| \\ \quad\quad\ N \\ \quad\quad\ | \\ C^6H^5-C=CH-CH^2-CH^3 \end{array}$$

Diphénylpropylpropylidène-cétisocétimine.

Décrivons maintenant quelques cétisocétimines.

---

[1] La même hydrolyse est réalisable sous l'influence de l'eau pure, mais très lentement.

[2] CH. MOUREU et G. MIGNONAC, *Sur la diagnose des bases primaires, secondaires et tertiaires* (*Comptes rendus*, t. 158, 8 juin 1914, p. 1624).

Diphénylpropylpropylidène-cétisocétimine

$$\begin{array}{l} C^6H^5 - C - CH^2 - CH^2 - CH^3 \\ \quad\quad\;\; \| \\ \quad\quad\;\; N \\ \quad\quad\;\; | \\ C^6H^5 - C = CH - CH^2 - CH^3 \end{array}$$

Ébullition 200° sous 12^{mm},5; $D_{4°}^{28°,5-29°} = 0,9958$; $n_D^{28°,5-29°} = 1,5809$.

Diphénylisopropylisopropylidène-cétisocétimine

$$\begin{array}{l} C^6H^5 - C - CH\begin{cases} CH^3 \\ CH^3 \end{cases} \\ \quad\quad\;\; \| \\ \quad\quad\;\; N \\ \quad\quad\;\; | \\ C^6H^5 - C = C\begin{cases} CH^3 \\ CH^3 \end{cases} \end{array}$$

Ébullition 144°-145° sous 4^{mm}.

La cétimine correspondante $C^6H^5 - \underset{\underset{NH}{\|}}{C} - CH\begin{cases} CH^3 \\ CH^3 \end{cases}$, que nous n'avions pas encore décrite, distille à 98°-100° sous 8^{mm}.

Diphénylisobutylisobutylidène-cétisocétimine

$$\begin{array}{l} C^6H^5 - C - CH^2 - CH\begin{cases} CH^3 \\ CH^3 \end{cases} \\ \quad\quad\;\; \| \\ \quad\quad\;\; N \\ \quad\quad\;\; | \\ C^6H^5 - C = CH - CH\begin{cases} CH^3 \\ CH^3 \end{cases} \end{array}$$

Ébullition 186°-187°,5 sous 7^{mm},5; $D_{4°}^{29°} = 0,9674$; $n_D^{29°} = 1,5617$.

Diparatolyléthyléthylidène-cétisocétimine

$$\begin{array}{l} CH^3(4) - C^6H^4(1) - C - CH^2 - CH^3 \\ \quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\;\; \| \\ \quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\;\; N \\ \quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\;\; | \\ CH^3(4) - C^6H^4(1) - C = CH - CH^3 \end{array}$$

Ébullition 178°-179° sous 2^{mm},5.

La cétimine correspondante $CH^3(4) - C^6H^4(1) - \underset{\underset{NH}{\|}}{C} - CH^2 - CH^3$ distille à 94°-96° sous 2^{mm},5; $D_{4°}^{16°,5} = 0,9805$; $n_D^{16°,5} = 1,5448$.

Diphénylbenzylbenzylidène-cétisocétimine

$$\begin{array}{c} C^6H^5 - C - CH^2 - C^6H^5 \\ \| \\ N \\ | \\ C^6H^5 - C = CH - C^6H^5 \end{array}$$

Ébullition 248°-250° sous 2^{mm}.

La cétimine correspondante $C^6H^5 - \underset{\underset{NH}{\|}}{C} - CH^2 - C^6H^5$ est un corps cristallisé, blanc, soluble dans l'alcool, l'éther, le benzène, fondant vers 57°.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la conservation du venin de cobra et de son antitoxine.* Note de MM. **Calmette** et **L. Massol.**

A. *Venins.* — Le venin de cobra, même conservé en vase clos à l'abri de la lumière, perd progressivement sa toxicité. Nous avons étudié comparativement deux échantillons, maintenus dans les mêmes conditions et titrés, l'un en 1907, l'autre en 1913. Celui de 1907 tuait à l'origine la souris blanche, du poids de 25^g environ, à la dose de $0^{mg},005$. En 1913, le même venin ne tuait plus qu'à la dose de $0^{mg},030$, alors qu'un autre venin de même provenance, reçu en 1913, tuait à la dose de $0^{mg},015$.

Après 6 ans de conservation, le venin de 1907 avait donc perdu

$$\frac{\frac{1}{0,005} - \frac{1}{0,030}}{\frac{1}{0,005}} = 0,835,$$

soit 83,5 pour 100 de sa toxicité.

Certains de nos échantillons avaient été conservés en fragments, tels qu'ils nous parvenaient de l'Inde; d'autres, du même lot, avaient été réduits en poudre fine par broyage avant d'être enfermés en tubes scellés. Ces derniers se sont atténués sensiblement plus que les premiers.

En mesurant le pouvoir antitoxique d'un même sérum antivenimeux à l'égard de ces venins conservés et de toxicité différente pour la souris, nous avons constaté qu'il fallait sensiblement la même dose d'antitoxine pour neutraliser un poids uniforme de chaque venin. Par exemple :

1^{mg} du venin de 1907 était neutralisé par $1^{cm^3},3$ de l'un de nos sérums;
1^{mg} du venin de 1913 était neutralisé par $1^{cm^3},4$ du même sérum.

1^{cm^3} de sérum neutralisait 25,3 doses *actuellement mortelles* du venin de 1907 et 47,6 doses *actuellement mortelles* du venin de 1913.

En d'autres termes, 1^{cm^3} de sérum neutralisait $0^{mg},769$ du venin de 1907 contre $0^{mg},713$ du venin de 1913.

Nous voyons ainsi que le venin de 1907, dont 1^{mg} représente 33 doses mortelles, exige, pour la neutralisation de sa toxicité, le même poids de sérum que le venin de 1913, dont 1^{mg} représente 66 doses mortelles. C'est-à-dire qu'un venin deux fois plus toxique est neutralisé sensiblement par la même quantité de sérum que le même poids d'un venin deux fois moins toxique.

Ce phénomène est à rapprocher de celui qui a déjà été constaté à propos de la toxine diphtérique par Erlich et par Madsen.

B. *Sérums antivenimeux.* — Inversement, nous avons comparé, vis-à-vis des mêmes échantillons de venin de 1907 et de 1913, des échantillons de sérum antivenimeux de 1907. Nous avons constaté ainsi qu'alors que la toxicité du venin utilisé pour le titrage avait baissé de 85,3 pour 100, la valeur antitoxique du sérum recueilli en 1907 était restée la même en 1913. Il fallait le même volume de ce sérum, $0^{cm^3}.7$ en 1907 et en 1913, pour neutraliser 1^{mg} du même venin de 1907, et il fallait $0^{cm^3},9$ de ce même sérum pour neutraliser 1^{mg} du venin de 1913, qui est cependant deux fois plus toxique que le venin de 1907.

La conclusion qui se dégage de ces faits est que le titre d'un sérum antivenimeux doit exprimer à la fois, par centimètre cube, le nombre de doses mortelles et le poids de venin qu'il neutralise, puisqu'un même poids de venin change de toxicité avec son âge et avec les conditions de sa conservation (en poudre ou en fragments).

C. *Conservation des précipités de venins par leur sérum correspondant.* — Nous avons montré, en 1909 [1], que les précipités obtenus par les mélanges de venin et de sérum antivenimeux sont atoxiques, et que ces précipités, émulsionnés, puis chauffés à 72° en présence d'une très petite quantité d'acide chlorhydrique, régénèrent le venin qui recouvre toute sa toxicité initiale pour la souris.

Un même poids de ce précipité, datant de 1908, et dans lequel le venin a été régénéré en 1913 par le procédé sus-indiqué, s'est montré d'une toxi-

[1] *Annales de l'Institut Pasteur*, février 1909.

cité sensiblement égale pour la souris à celle qu'il possédait lors de sa préparation. Par conséquent, la présence du sérum, au lieu de détruire le venin, assure sa conservation dans le précipité.

On doit donc admettre :

1° Que le venin de cobra perd lentement sa toxicité initiale, même en vase clos et à l'abri de la lumière, surtout lorsqu'il est conservé en poudre fine;

2° Que l'antitoxine du sérum antivenimeux est absorbée non seulement par la substance toxique du venin, mais aussi par d'autres substances qui accompagnent celle-ci, puisque le volume de sérum nécessaire pour neutraliser un poids déterminé de venin reste le même, alors que la toxicité de ce venin s'abaisse avec le temps;

3° Que le sérum antivenimeux conserve sensiblement pendant au moins six ans le même pouvoir antitoxique;

4° Que, dans les précipités atoxiques de venin par le sérum, la toxicité du venin est mieux conservée que dans le venin seul : elle s'est montrée intacte, dans nos expériences, après cinq ans.

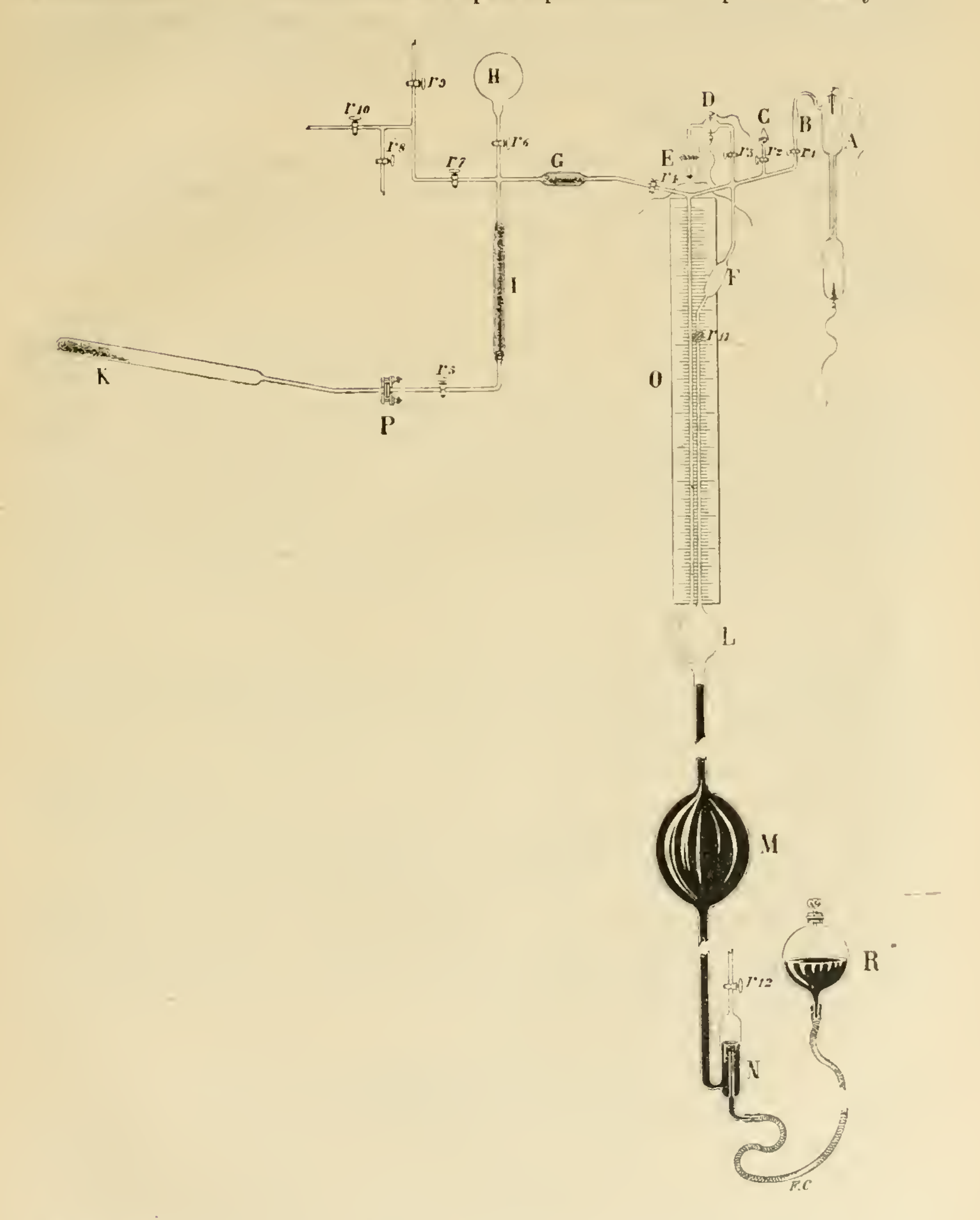
CHIMIE. — *Analyse de très petites quantités de gaz; application à l'analyse de l'air.* Note [1] de MM. **Ph.-A. Guye** et **F.-E.-E. Germann.**

1. L'analyse de très petites quantités de gaz, sujet important, déjà traité par plusieurs auteurs, présente un grand intérêt dans l'étude de problèmes très actuels : la connaissance des gaz des roches et des eaux naturelles a fourni des indications précieuses sur leur origine; celle des gaz contenus dans les métaux sera indispensable pour établir définitivement la provenance des produits formés à la longue dans les ampoules de Röntgen; les rapports atomiques dépendant de la pesée d'un métal ne sont déterminés exactement que si l'on connaît les gaz retenus par ce dernier. Tels sont, entre plusieurs, les motifs qui nous ont engagés à étudier une méthode nouvelle pour l'analyse de très petites quantités de gaz, méthode que nous décrivons dans la présente Note.

L'appareil, entièrement en verre soudé, représenté par la figure ci-contre, sert à l'analyse de volumes gazeux de l'ordre de quelques dizaines de millimètres cubes; il permet en effet d'apprécier 1^{mm^3} à $1^{mm^3},5$ de gaz, ramené

[1] Présentée dans la séance du 6 juillet 1914.

à 0° et sous 1^{atm}. Il est fondé sur le principe suivant : opérer l'analyse à



volume constant, dans un volumètre de capacité réduite (25^{cm^3} à 50^{cm^3}), en

relation avec un vacuum-mètre du Mac Leod simplifié, établi pour apprécier le $\frac{1}{100}$ de millimètre de mercure. En opérant sous une pression initiale de 7^{mm} à 8^{mm}, on analyse ainsi des volumes gazeux 100 fois plus petits que ceux étudiés avec les appareils du type Regnault fonctionnant sous une pression initiale de 700^{mm} à 800^{mm}.

La sensibilité de cette méthode pourrait être beaucoup augmentée en réduisant encore la capacité du volumètre et en augmentant la sensibilité du vacuum-mètre; il conviendrait alors de tenir compte de la tension de vapeur du mercure et de maintenir le volumètre à température exactement constante (glace).

(2) Les détails de construction et l'emploi de notre appareil feront l'objet d'un Mémoire détaillé; nous nous bornons ici à signaler les points essentiels. Le volumètre proprement dit, constitué par l'espace F et les tubes voisins jusqu'aux robinets r_1, r_2, r_3, r_4, est mis en relation au moyen de ces robinets avec des tubes et accessoires servant à caractériser le gaz dans le mélange étudié. Pour les recherches que nous avions en vue, ces accessoires consistent en : 1° un petit tube E, traversé par une minuscule spirale de fer, qui, portée électriquement à l'incandescence, absorbe l'oxygène; 2° un petit tube C contenant KOH solide pour absorber CO^2; une petite chambre à réaction D, munie de deux électrodes de platine, où le gaz étudié peut être soumis à l'action de l'étincelle électrique, au besoin après addition d'un gaz convenable (tel que O^2 ou H^2); 4° un tube de Plücker A, à électrodes d'aluminium, précédé d'un petit tube B contenant une feuille d'or, pour retenir les vapeurs de mercure qui, autrement, altéreraient très vite les électrodes d'aluminium portées à l'incandescence. Une pompe à mercure RNM permet de faire très rapidement le vide dans les diverses parties de l'appareil ou de faire passer successivement le gaz étudié dans les dispositifs auxiliaires d'analyse et de la ramener ensuite dans le volumètre; c'est dans ce but qu'on a donné au ballon M une capacité un peu considérable (environ 180^{cm^3}); cela permet aussi, pour des déterminations courantes, de négliger les capacités des espaces A, B, C, D, E, par rapport au volume des espaces L + M + F.

Les lectures de pression se font au vacuum-mètre OLr_1 et donnent directement, lorsque la température n'a pas varié, les éléments de la composition du gaz. Le résidu non absorbé dans ces opérations est refoulé dans le tube de Plücker, où il est caractérisé au moyen d'un spectroscope de poche (modèle Zeiss); on peut encore le faire réagir avec d'autres gaz dans la chambre D.

Les capacités des diverses parties de l'appareil sont déterminées au moyen du ballon jaugé H (de 72^{cm^3}), utilisé comme volumètre auxiliaire; à température constante, les opérations du calibrage se ramènent à de simples lectures de pression.

Pour l'analyse des gaz dégagés d'une substance solide, chauffée en K, le volume de gaz dégagé occupe, au début, les espaces : K + I + G + Mac Leod; ce volume est d'environ 50^{cm^3}, dont la moitié est à la droite de r_4. L'analyse proprement dite ne se fait que sur le gaz qui se trouve à droite du robinet r_4; d'ailleurs, au moyen de la pompe à mercure RNM, il est aisé de faire passer à la droite de ce robinet la plus grande partie du gaz étudié.

3. Voici les résultats de deux analyses d'air effectuées à titre de contrôle de la méthode; l'air (environ $0^{cm^3},25$) est introduit dans l'appareil par le robinet de service r_7, privé d'humidité et de gaz CO^2 :

Expériences.	Pression initiale en millimètres.	Pression finale en millimètres.	O^2 en volume pour 100.
1	3,80	3,01	20,8
2	3,61	2,86	20,8

La température extérieure n'ayant pas varié de façon appréciable, la teneur en oxygène est donnée par une expression très simple, soit, pour l'expérience 1, $\frac{100(3,80-3,01)}{3,80} = 20,8$.

Nos recherches étant orientéesdans une autre direction, nous n'avons pas poursuivi ces analyses d'air; nous croyons cependant bien faire d'indiquer qu'en augmentant un peu la sensibilité de la méthode, celle-ci permettait de faire une série d'analyses d'air sur un échantillon de 1^{cm^3} ou 2^{cm^3} recueillis par un ballon-sonde, ce qui pourrait simplifier considérablement l'étude chimique de la haute atmosphère.

Le **Prince Bonaparte** fait hommage à l'Académie des publications suivantes :

1° *Notice sur la* Société de Géographie, *fondée en* 1821, *reconnue d'utilité publique en* 1827;

2° *Congrès national des Sociétés françaises de Géographie*, XXXIe session. Paris, 15-19 juillet 1913. *Comptes rendus* publiés par la Société de Géographie.

3° *Exploration scientifique du Maroc*, organisée par la Société de Géographie de Paris. Premier fascicule : *Botanique*, 1912, par M. C.-J. Pitard.

CORRESPONDANCE.

MM. **Andoyer**, **Jacques Pellegrin** adressent des remercîments pour les subventions qui leur ont été accordées sur le *Fonds Bonaparte*.

MM. **Marcel Biver, Stanislas Chevalier, Dumanois** adressent des remerciments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

M. C. **Le Morvan** adresse un Rapport de l'emploi qu'il a fait de la subvention qui lui a été accordée sur le *Fonds Bonaparte* en 1913.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Résultats des calculs numériques des trajectoires des corpuscules électriques dans le champ d'un aimant élémentaire*, par Carl Störmer. (Présenté par M. P. Appell.)

2° *La lèpre à travers les siècles et les contrées*, par le Dr Démétrius-Al. Zambaco-Pacha (de Byzance). (Présenté par M. Landouzy.)

HYDRODYNAMIQUE. — *Application de la méthode de Walther Ritz au problème du régime uniforme dans un tube à section carrée.* Note de M. **Maurice Paschoud**, présentée par M. Boussinesq.

I. Dans une Note récente (*Comptes rendus*, t. 158, p. 1743), consacrée à l'étude du régime uniforme dans les tubes fins et spécialement au cas d'une section carrée σ où la solution est transcendante, M. Boussinesq a repris, pour en intégrer l'équation indéfinie $\Delta_2 V =$ une constante négative $(-K)$, sous la condition $V = 0$ le long du contour χ, la méthode approchée de Barré de Saint-Venant, qu'il avait exposée au n° 450* de son *Cours d'Analyse*, et qui lui avait déjà donné alors, comme vitesse moyenne U à travers la section carrée, la formule $U = kK\sigma$, avec la valeur 0,035 du coefficient numérique k. Cette méthode consiste à exprimer V par la somme du terme $-K\frac{r^2}{2}$ et d'un polynome *harmonique* d'un degré n de plus en plus élevé, à $2n+1$ coefficients *arbitraires*, où la partie du $m^{\text{ième}}$ degré est formée linéairement au moyen des deux intégrales évidentes $(x \pm y\sqrt{-1})^m$, et dont on détermine les arbitraires de manière à annuler V le plus grand nombre possible de fois le long du contour. En poussant l'approximation jusqu'à $n = 12$, et non plus seulement jusqu'à $n = 4$ (comme dans le numéro cité de son *Cours*), il obtient ainsi pour k la valeur 0,0351137, *pratiquement* équivalente à la valeur transcendante connue 0,03514.

II. On peut, en employant la méthode de Walther Ritz, que son auteur a appliquée en particulier à l'équilibre élastique transversal d'une plaque mince encastrée, mais qu'il montre applicable aussi au problème actuel de Dirichlet ([1]), indiquer une autre solution approchée, non moins intéressante, du problème traité par M. Boussinesq.

Dans cette méthode de Ritz, au lieu de partir directement des équations différentielles du problème et des conditions au contour, on considère ces relations comme les conditions nécessaires pour rendre minimum une certaine intégrale J, qui est ici, comme on sait,

$$J = \int_\sigma \left(\frac{dV^2}{dx^2} + \frac{dV^2}{dy^2} - 2KV \right) d\sigma. \tag{1}$$

III. Pour appliquer la méthode, le contour ayant comme équation $(x^2 - a^2)(y^2 - a^2) = 0$, nous y annulerons V et satisferons également aux conditions de symétrie, en prenant, au degré d'approximation marqué par les deux impairs M, N,

$$V_{MN} = \sum_1^M \sum_1^N A_{mn} \cos\frac{m\pi x}{2a} \cos\frac{n\pi y}{2a} \quad (m = 1, -3, 5, \ldots;\ n = 1, -3, 5, \ldots). \tag{2}$$

Puis, nous porterons l'expression (2) de V dans (1), effectuerons les quadratures sur toute l'aire σ et obtiendrons ainsi un polynome J_{MN} du second degré en A_{mn}, qui, vu, *ici*, l'orthogonalité des sinus et des cosinus, ne contiendra pas de termes rectangles, à coefficients de la forme $A_{mn}A_{pq}$. Les conditions de minimum, $\frac{dJ_{MN}}{dA_{\mu\nu}} = 0$, permettront donc de déterminer *individuellement* chacun des coefficients A_{mn}; et l'on aura

$$V_{MN} = \frac{32Ka^2}{\pi^4} \sum_1^M \sum_1^N \frac{2}{(m^2+n^2)mn} \cos\frac{m\pi x}{2a} \cos\frac{n\pi y}{2a}. \tag{3}$$

Il viendra donc, en particulier, pour la vitesse maxima V', au centre $(x = 0, y = 0)$, et pour la vitesse moyenne U, si l'on fait croître finalement M, N au delà de toute limite, les deux séries

$$V' = \frac{32Ka^2}{\pi^4} \sum_1^\infty \sum_1^\infty \frac{2}{mn(m^2+n^2)}, \qquad U = \frac{32K\sigma}{\pi^6} \sum_1^\infty \sum_1^\infty \frac{2}{m^2n^2(m^2+n^2)}. \tag{4}$$

([1]) *Œuvres complètes publiées par la Société suisse de Physique*. Paris, Gauthier-Villars; 1911. Voir aussi ma Thèse de doctorat (soutenue le 17 juin 1914); Paris, Gauthier-Villars.

Et l'on aura, pour le coefficient k caractéristique de la section carrée, la série double

$$(5) \qquad k = \frac{32}{\pi^6} \sum \sum \frac{2}{m^2 n^2 (m^2 + n^2)} \qquad (m = 1, 3, 5, \ldots; n = 1, 3, 5, \ldots).$$

La somme des cinq premiers termes (les couples de termes égaux deux à deux étant comptés pour un seul) donne déjà $k = 0{,}0350$, valeur trouvée par M. Boussinesq en première approximation. Avec 11 termes, on trouve $k = 0{,}035116$, valeur un peu plus approchée que l'approximation fournie récemment par des polynomes. Enfin, avec 46 termes, il vient $k = 0{,}03514\ldots$, valeur ainsi obtenue assez facilement, et sans l'emploi des Tables de logarithmes qu'exigerait, mais avec beaucoup moins de termes, le calcul des exponentielles entrant dans l'expression transcendante usuelle de k.

Observations sur la Note précédente de M. Paschoud, par **M. J. Boussinesq**.

Au point de vue théorique, la solution de Ritz revient ici à remplacer, dans l'équation $\Delta_2 V = -f(x, y) = -K$ du problème, la fonction paire $f(x, y) = K$, *donnée dans tout l'intérieur de la section*, par son développement trigonométrique, bien connu, procédant suivant les produits respectifs (nuls au contour) des cosinus des multiples impairs de deux certains arcs proportionnels l'un à x, l'autre à y. La méthode de Ritz fait donc, *automatiquement* (pour ainsi dire), décomposer cette équation du problème, en une infinité d'équations de la forme $\Delta_2 V = -C \cos px \cos qy$, admettant immédiatement des intégrales partielles V de cette forme, exprimées par la formule

$$V = \frac{C}{p^2 + q^2} \cos px \cos qy,$$

et dont la somme constitue ensuite l'intégrale complète. Celle-ci est transcendante comme celle de Fourier, mais seulement avec des fonctions circulaires, *sans mélange d'exponentielles réelles* : avantage compensé, il est vrai, par l'inconvénient d'avoir une série *double* à la place d'une série *simple*.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX. — *Un nouveau théorème sur les déplacements élastiques et son application à la simplification du calcul direct des réactions des appuis des poutres continues.* Note de M. **Farid Boulad bey**, présentée par M. Appell.

Nous nous proposons de présenter ici un nouveau théorème qui permet de ramener immédiatement le calcul direct des réactions des appuis d'une poutre continue à paroi quelconque, reposant librement sur des appuis situés à des niveaux différents, à la résolution d'un système d'équations linéaires étagé de la même forme que celui des moments fléchissants sur appuis. De cette façon, il suffira de deux fausses positions pour obtenir graphiquement ces réactions [1] sans avoir besoin de passer par le calcul de ces moments, comme on le fait ordinairement.

En outre, lorsque l'on connaît les deux lignes d'influence des flèches relatives à deux points d'une poutre continue supposée sans ses appuis intermédiaires, ce théorème fournit, en vue du calcul des réactions et des moments sur appuis de cette poutre, une construction graphique très simple de la ligne d'influence des flèches relatives à un point quelconque compris entre ces deux points.

Voici l'énoncé de ce théorème qu'on pourrait appeler des *deux déplacements élastiques linéaires : Si δ_m et δ_n représentent les déplacements verticaux respectifs de deux points* M *et* N *d'une poutre plane* AMNB *droite ou courbe, à paroi quelconque reposant librement à ses deux extrémités sur deux appuis horizontaux* A *et* B *de niveau ou non*, *et soumise à l'action d'un système quelconque de charges verticales ou de couples*, *fixe ou mobile*, *sur l'un quelconque des deux tronçons extrêmes* AM *et* NB, *ce dernier par exemple*, *et si l'on désigne par m et n les distances horizontales respectives des deux points* M *et* N *à l'appui* A *du côté non chargé, la différence* $(n\delta_m - m\delta_n)$ *est proportionnelle à la réaction développée par cet appui* A ; *pourvu qu'aucune charge ni couple soit appliqué à l'intérieur de l'intervalle* AN [2].

---

[1] Par le procédé indiqué par M. d'Ocagne dans son Ouvrage *Calcul graphique et Nomographie* (2e édition, p. 51), où l'on trouvera aussi (p. 32) la définition des systèmes étagés.

[2] Nous donnerons ailleurs une démonstration géométrique de ce théorème et du suivant aussi important et qu'on pourrait appeler de même des *deux déplacements angulaires. Si θ_m et θ_n représentent les déplacements angulaires subis respectivement par deux sections faites dans la poutre* AMNB *aux deux points* M *et* N *sous l'action de la sollicitation ci-dessus, la différence* $(\theta_m - \theta_n)$ *est de même proportionnelle à la réaction de l'appui* A *du côté non chargé.*

Nous allons indiquer sommairement de quel usage peut être ce théorème dans le calcul des poutres à travées solidaires.

Considérons une poutre $A_0 A_n$ à n travées solidaires reposant librement sur $(n+1)$ appuis consécutifs $A_0, A_1, A_2, \ldots, A_n$ situés à des niveaux différents.

Désignons d'une manière générale par

a_k et b_k les distances horizontales respectives d'un appui A_k aux deux appuis extrêmes A_0 et A_n;

P_e le poids total des charges extérieures agissant sur la poutre et d la distance du centre de gravité de ces charges à l'appui A_n;

R_k la réaction développée par un appui quelconque A_k supposé dénivelé d'une quantité ε_k par rapport à sa position primitive;

δ_k le déplacement vertical d'un point d'appui intermédiaire A_k sous l'action des charges P_e agissant seules sur cette poutre privée de ses appuis intermédiaires, et δ_k^s la flèche produite en ce point A_k sous l'action d'une charge isolée unitaire appliquée en un point A_s de cette poutre à deux appuis simples A_0 et A_n. Tous ces déplacements seront comptés positifs ou négatifs selon qu'ils sont des flèches ou des contre-flèches.

A présent, posons $\gamma_k = \delta_k - \varepsilon_k$, et considérons deux appuis intermédiaires quelconques A_r et A_s, $r < s$, et les deux équations suivantes correspondant respectivement à ces deux appuis en vertu du principe de la superposition des effets élastiques des forces :

$$(1)\qquad \begin{cases} \delta_r^1 R_1 + \delta_r^2 R_2 + \ldots + \delta_r^s R_s + \ldots + \delta_r^{n-1} R_{n-1} + \gamma_r = 0, \\ \delta_s^1 R_1 + \delta_s^2 R_2 + \ldots + \delta_s^s R_s + \ldots + \delta_s^{n-1} R_{n-1} + \gamma_s = 0. \end{cases}$$

En outre, écrivons l'équation suivante des moments par rapport à A_n :

$$(2)\qquad b_0 R_0 + b_1 R_1 + b_2 R_2 + \ldots + b_s R_s + \ldots + b_{n-1} R_{n-1} - P_e . d = 0.$$

Cela posé, en vertu du théorème ci-dessus, les deux déplacements δ_r^k et δ_s^k respectifs des deux points A_r et A_s sous l'action d'une charge 1 mobile à droite de A_s, sont liés linéairement par la relation suivante :

$$(3)\qquad a_s \delta_r^k - a_r \delta_s^k = b_k . C_{sr} \qquad (\text{pour } K = s, s+1, s+2, \ldots, n-1),$$

où C_{sr} est une *constante* indépendante de la position du mobile entre A_s et A_n. Nous l'appellerons *coefficient de liaison* relatif au couple de points A_r et A_s pour un mobile placé à leur droite. *Cette relation* (3), *à une seule inconnue* C_{sr}, *permet d'éliminer immédiatement et simultanément les* $(n-s)$ *inconnues* $R_s, R_{s+1}, \ldots, R_{n-1}$ *entre les deux équations* (1) *et l'équation* (2). En effet, il suffit, d'après cette relation, de multiplier respectivement par $+a_s$ et $-a_r$ la première et la deuxième du système (1) et par $-C_{sr}$ l'équation (2); ensuite d'ajouter membre à membre pour avoir une équation de

la forme réduite,

$$D_s^0 R_0 + D_s^1 R_1 + \ldots + D_s^{s-1} R_{s-1} + G_s = 0. \tag{4}$$

Il s'ensuit que, en considérant l'un des deux appuis A_1 et A_{n-1}, par exemple A_1, avec chacun des $(n-2)$ autres appuis intermédiaires, on obtiendra par ce procédé un système de $(n-2)$ équations, étagé à partir d'une équation aux deux inconnues R_0 et R_1. Si l'on écrit successivement ce dernier système, l'équation (2), la suivante des projections

$$R_0 + R_1 + R_2 + \ldots + R_n + P_e = 0,$$

puis l'une quelconque des équations (1), on forme un système étagé complet aux $(n+1)$ réactions cherchées.

En opérant de même du côté de l'appui A_n, on aura un autre système équivalent, étagé à partir d'une équation aux deux inconnues R_n et R_{n-1}. Il convient de remarquer qu'on peut obtenir graphiquement, au moyen de la construction ci-après, les coefficients dans l'équation réduite (4), ainsi que l'une quelconque des trois quantités δ_r^k, δ_s^k et C_{sr} dans la relation (3), lorsque l'on connaît les deux autres.

Si l'on porte, sur les verticales de A_r et A_s, à partir de leurs points de rencontre respectifs α_r et α_s avec la droite A_0A_n, deux segments $\alpha_r\alpha'_r$ et $\alpha_s\alpha'_s$, respectivement égaux à δ_r^k et δ_s^k, et sur la verticale de α_s un segment $\alpha_s\alpha''_s$ égal à b_k, et si H est le point de rencontre de A_0 avec la droite $\alpha'_r\alpha'_s$, la parallèle menée par H à la droite $\alpha_r\alpha''_s$, pivote autour d'un point fixe O sur A_0A_n, tel que $A_0O = C_{sr}$, lorsque le mobile se déplace entre A_s et A_n.

Lorsque l'on connaît les deux lignes d'influence des flèches relatives à deux points d'une poutre continue A_0A_n sans ses appuis intermédiaires, on peut en déduire, au moyen de cette construction, les ordonnées de la ligne d'influence relative à un point quelconque compris entre ces deux points.

Dans un Mémoire, actuellement sous presse, nous donnerons, outre la démonstration de nos théorèmes, le détail de la manière de les appliquer en vue d'obtenir les résultats annoncés ci-dessus et leur extension au cas des poutres continues comportant des appuis encastrés sous des angles donnés.

PHOTOGRAPHIE. — *Sur l'extériorisation de l'image photographique par la plaque autostéréoscopique.* Note ([1]) de M. E. Estanave, présentée par M. Lippmann.

Dans de précédentes Communications ([2]), j'ai indiqué ici même que la plaque autostéréoscopique, caractérisée par des lignes opaques tracées sur la face qui ne porte pas l'émulsion, permet d'enregistrer soit des images donnant à *vision directe* la sensation de relief stéréoscopique, soit des images à aspect changeant. Ces dernières ont pu être appelées *images animées*, car elles donnent l'embryon de mouvements cinématographiques lorsque les phases du sujet enregistré sont assez voisines.

Le but de la présente Note est de signaler que la plaque autostéréoscopique permet d'extérioriser la représentation photographique d'un sujet dont on ne possède qu'une image prise d'un point de vue unique. Le relief stéréoscopique ne peut évidemment être obtenu dans ces conditions. Mais alors que les plaques photographiques ordinaires localisent le sujet représenté dans le plan de la plaque, l'autostéréoscopique permet de reporter le plan de ce sujet en avant ou en arrière de celui du tableau. Il en résulte une sensation beaucoup plus vivante, et précieuse pour les portraits dont on ne possède qu'une image unique.

On enregistre pour cela, sur la plaque autostéréoscopique, deux fois la même image en déplaçant cette image parallèlement à elle-même par une translation de quelques centimètres. Ces deux images sont obtenues à l'aide de deux objectifs distants d'environ $6^{cm},2$ (distance pupillaire moyenne) qui donnent de l'image unique les deux représentations qu'enregistre sans confusion la plaque autostéréoscopique.

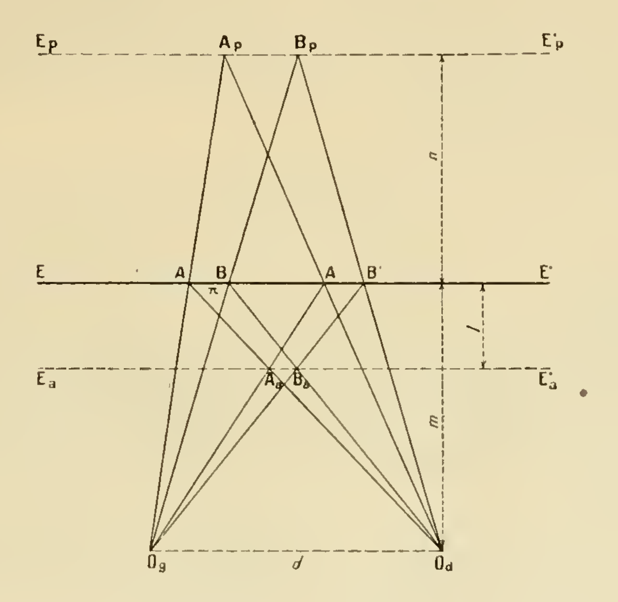
Dans l'observation, en regardant la plaque du côté du réseau, chacun des yeux perçoit, comme il a été indiqué par la théorie développée au sujet des précédentes Communications ([2]), l'une des images enregistrées, à l'exclusion de l'autre. L'image se trouve par suite reportée au point de croisement des rayons visuels, en arrière de la plaque ou en avant selon que l'expérience a lieu en *parallèle* ou en *rayons croisés*. On passe d'ailleurs d'une position à l'autre en imprimant à la plaque une légère rotation autour d'un axe parallèle aux lignes de la plaque.

([1]) Présentée dans la séance du 29 juin 1914.

([2]) *Comptes rendus*, t. 148, p. 224; t. 150, p. 93.

On ne manquera pas de remarquer que les deux sujets, bien que provenant de la même image, ne sont pas de même grandeur suivant qu'ils sont extériorisés en arrière ou en avant de la plaque. Cette dernière est toujours plus petite. Il est facile de s'en rendre compte et de déterminer même la grandeur relative de ces images extériorisées.

Soient EE′ (*fig.* 1) le plan de la plaque autostéréoscopique, A et A′, B et B′ des points



homologues des deux images enregistrées. L'observateur ayant les yeux en O_g, O_d reporte l'image du point (A, A′) en A_p, le point (B, B′) en B_p dans le plan $E_pE'_p$ postérieur à celui de la plaque lorsque l'observation a lieu en parallèle. Si l'observation a lieu en rayons croisés, le point (A, A′) est reporté en A_a, le point (B, B′) en B_a dans un plan $E_aE'_a$ antérieur à celui de la plaque.

La similitude de triangles donne immédiatement

$$(1) \qquad A_pB_p = AB\left(1+\frac{n}{m}\right), \qquad A_aB_a = AB\left(1+\frac{l}{m}\right),$$

en désignant par m la distance des yeux à la plaque et par n et l respectivement les distances des plans d'extériorisation à celui de la plaque.

Si l'on désigne par π l'écartement AA′ de deux points homologues, écartement qu'on choisit arbitrairement, la similitude des triangles donne pour l'image postérieure

$$\frac{\pi}{d} = \frac{n}{n+m}$$

et pour l'image antérieure

$$\frac{\pi}{d} = \frac{l}{m-l},$$

d désignant la distance des deux centres O_g, O_d d'observation.

De ces rapports tirons $\frac{l}{m}$, $\frac{n}{m}$ et remplaçons-les dans les formules (1) qui deviennent

$$A_p B_p = AB \frac{d}{d-\pi}, \qquad A_a B_a = AB \frac{d}{d+\pi}.$$

On voit que l'image postérieure localisée dans le plan $E_p E'_p$ est plus grande que l'image antérieure.

Le rapport de ces images est

$$\frac{I_p}{I_a} = \frac{d+\pi}{d-\pi}.$$

On peut disposer de π pour avoir des images extériorisées de grandeur fixée à l'avance.

En terminant, je signalerai qu'on peut par ce même procédé, en utilisant divers artifices employés en photographie, extérioriser derrière le sujet reporté lui-même derrière la plaque, le plan d'une tapisserie ou d'un paysage duquel le sujet paraîtra encore se détacher, mais à la façon des décors de théâtre.

Les considérations ci-dessus visent surtout, comme je l'ai indiqué, la représentation de sujets dont on ne possède qu'une image unique et dont il n'est pas possible d'avoir un couple stéoroscopique.

PHYSIQUE. — *Sur la détermination du rapport des durées d'oscillation de deux pendules.* Note de M. **P. Le Rolland**, présentée par M. Lippmann.

M. Lippmann a imaginé en 1897 [1] une méthode photographique, utilisant l'étincelle électrique pour la comparaison des durées d'oscillation de deux pendules.

J'en rappelle brièvement le principe : on détermine les nombres d'oscillations n et n' et les fractions d'oscillation α et α', effectuées par les pendules entre deux instants quelconques. Le rapport de leurs durées d'oscillations

[1] G. Lippmann, *Comptes rendus*, t. 124, 1897, p. 125.

est

$$\frac{T}{T'} = \frac{n' + a'}{n + a}.$$

Les fractions a et a' s'obtiennent en comparant les phases aux deux instants. Pour déterminer la phase, on photographie, à la lueur d'une étincelle électrique, un index fixé à chaque pendule. En même temps, on le photographie à l'aide d'une source de lumière qui l'éclaire pendant le temps d'une oscillation. On fixe ainsi l'élongation α au moment où l'étincelle éclate et son amplitude α_0, la phase est

$$\varphi = \text{arc sin} \frac{\alpha}{\alpha_0}.$$

Je me propose de décrire une réalisation simple et commode de la méthode, et de montrer qu'elle présente un certain nombre d'avantages sur la méthode des coïncidences, actuellement employée.

L'étincelle qui donne une photographie instantanée du pendule se produit par la décharge d'un condensateur entre deux électrodes en zinc taillées en biseau. Derrière l'éclateur se trouve le filament d'une lampe Nernst dont l'image est projetée sur le plan d'oscillation du pendule, de façon à éclairer l'index. Celui-ci est l'image très fine que donne de la source lumineuse un fil cylindrique de verre argenté ou d'acier placé sur le pendule et légèrement recourbé vers l'objectif photographique.

Je n'entrerai pas ici dans le détail du dispositif. Au moment où l'on veut photographier les pendules, on établit un contact électrique. Devant chacun d'eux un obturateur démasque la lampe Nernst, et par le jeu d'un petit pendule à contact, une étincelle éclate.

Un grand avantage de la méthode est que son application peut être rendue entièrement automatique; en effet, le nombre d'oscillations qu'effectue le pendule dans l'intervalle des deux étincelles est arbitraire : on se le donne *a priori* et l'on règle un mécanisme d'horlogerie commandant les étincelles, de façon que leur intervalle corresponde exactement à ce nombre d'oscillations.

De la discussion des causes d'erreur il résulte qu'une seule condition est à réaliser rigoureusement : le parallélisme du plan d'oscillation et de la plaque photographique.

On peut obtenir ce parallélisme par l'emploi d'un appareil simple, mais il est possible d'éliminer toute erreur par la méthode même de mesure du cliché.

Mesure du cliché. — On forme, à l'aide de l'objectif qui a servi à obtenir le cliché, une image réduite au $\frac{1}{10}$ d'une règle divisée (en millimètres, par exemple), de façon que cette image vienne se superposer, sur le cliché disposé verticalement et parallèlement à la règle, à l'image de la course du pendule. On examine le cliché au microscope et une disposition spéciale permet d'éclairer l'endroit de la règle qui correspond au point qu'on observe.

On repère ainsi les images de l'index avec une précision supérieure au $\frac{1}{100}$ de millimètre. L'observation est rapide et commode; les erreurs du cliché pouvant provenir des défauts de l'objectif sont éliminées; et l'on annule celle qui provient de l'obliquité du plan d'oscillation sur la plaque, en inclinant la règle d'un angle déterminé.

On peut produire plusieurs étincelles dans le cours de l'oscillation du pendule et, en combinant deux à deux les images de l'index, obtenir toute une série de valeurs du rapport des durées dont la comparaison est un contrôle important de la mesure.

En outre, on peut, par un simple examen du cliché, sans avoir à observer le pendule, connaître le sens dans lequel il se déplaçait au moment de l'étincelle. Il suffit pour cela que la série d'étincelles qu'on fait éclater présente une dissymétrie connue dans le temps.

L'approximation qu'on obtient correspond bien à celle qu'on déduit de l'étude théorique de la méthode. Les pointés se faisant à $\frac{1}{100}$ de millimètre, la phase d'un pendule battant la seconde sous une amplitude de 1° s'obtient avec une approximation de $\frac{1}{10000}$ de seconde et le rapport des durées d'oscillation de ce pendule et d'un autre de période voisine se détermine en quelques minutes avec l'approximation du millionième.

Voici un exemple : De la comparaison des phases, à deux instants séparés par 100 oscillations des pendules, on déduit les rapports suivants des durées :

1,0001780, 1,0001779, 1,0001784, 1,0001781.

La précision est bien suffisante et l'expérience n'a duré que 3 minutes. Si l'on avait comparé les pendules par la méthode des coïncidences, il aurait fallu 3 heures.

J'ai comparé avec la même précision et en quelques minutes, des pendules dont l'écart n'était que de quelques millionièmes, c'est-à-dire pour lesquels l'application directe de la méthode des coïncidences eût été impossible, car elle eût exigé plusieurs jours.

On voit le grand intérêt que présente la méthode; elle élimine l'influence des causes perturbatrices qui peuvent s'exercer pendant une comparaison trop longue et elle permet de suivre très aisément des variations avec le temps de la durée d'oscillation. C'est ainsi que j'ai pu mettre en évidence, pour tous les pendules à couteau que j'ai étudiés, une diminution

systématique de la durée à mesure que les oscillations s'amortissent, variation due à la cylindricité du couteau.

La méthode présente encore d'autres avantages; elle permet de comparer deux pendules placés dans des conditions quelconques et son application n'exige qu'une modification insensible de la structure des pendules. Enfin, l'expérience peut être faite automatiquement, et la détermination est ainsi à l'abri de toute erreur personnelle.

PHYSIQUE. — *Électrisation par les rayons* X. Note de M. C.-G. **Bedreag**, présentée par M. Lippmann.

Dans une Note précédente ([1]) j'indiquais comment la charge obtenue sur une électrode métallique soumise aux rayons X pouvait passer, par la variation de la pression autour de l'électrode, d'une valeur négative, pour les grandes pressions, à une valeur positive dans le vide. Pour expliquer la charge négative, obtenue quand il y a ionisation entre l'électrode et la paroi antérieure, on pouvait penser à une différence de mobilités des ions positifs et négatifs dans l'air (0,043 pour les ions − et 0,028 pour les ions +), qui est à l'avantage des ions négatifs; si c'était ainsi, le gaz CO^2, dont les ions ont des mobilités égales, devrait diminuer sensiblement la charge. L'expérience montre que

L'air à la pression atmosphérique donne.........	−56
CO^2.......................................	−55
L'air ou CO^2 à la pression 20^{mm} Hg.............	−18

Donc le gaz carbonique n'influence pas sensiblement la charge.

En faisant varier la distance r de l'électrode à la paroi antérieure, on trouve que la charge Q peut être représentée par l'expression

$$Q = -Q_0 e^{-ar} + \frac{K}{d^2} \pm hE.$$

Q_0 étant l'émission cathodique de la paroi antérieure, a étant un coefficient de diffusion; K étant l'effet positif sur l'électrode même, d la distance de l'électrode à l'anticathode du tube X; $\pm hE$ est un effet de variation chimique de la surface de l'électrode. On obtient un pareil effet chimique

([1]) *Comptes rendus*, t. 157, 1913, p. 39.

par l'action de *traces* de vapeurs acides (HCl, SO^3); une électrode en argent ou en fer qui donne une charge négative par les rayons X, donne instantanément, par suite de telles traces, une charge positive qui décroît progressivement si l'on maintient l'électrode sous pression réduite, pour redevenir négative au bout de quelques jours.

J'ai signalé, dans ma précédente Note, l'effet du champ magnétique sur l'émission de la paroi antérieure : en la déviant vers les parois latérales, la charge positive de l'électrode s'accroît; j'ai placé ensuite l'électrode même dans le champ H, sa charge positive est diminuée; le champ variant de 0 à 1300 gauss, la charge décroît dans le rapport de 1 à 0,33; on peut en tirer une valeur des vitesses d'émission des électrons sous l'action des rayons X et l'on trouve, pour le faisceau hétérogène de rayons que j'employais, des vitesses de $5 - 8 \times 10^9$ cm : sec.

Influence de l'intensité de rayonnement. — En maintenant constante la dureté du tube X et en faisant varier l'intensité en microampères du courant cathodique qui le traverse, on trouve que le coefficient de charge de l'électrode + K varie proportionnellement à i

$$K = \alpha i + \beta,$$

α et β sont fonction de la pression dans l'appareil contenant l'électrode; β devient nul pour le vide le plus poussé; α croît quand la pression décroît et tend vers une valeur stationnaire à partir des degrés de vide $< 0^{mm},0001$ de mercure.

Rayonnement X *homogène.* — On peut l'obtenir en utilisant le rayonnement X secondaire de certains métaux, l'argent surtout, le platine, le cuivre. Un ballon en verre contenant le radiateur secondaire argent, platine, cuivre est mastiqué à un appareil analogue à celui décrit dans la Note précédente; un écran métallique, possédant un trou circulaire, limite un faisceau central de rayons qui viennent frapper l'électrode en communication avec l'électromètre; le vide de 0,0001 est maintenu dans l'ensemble de ce dispositif. Le rayonnement X homogène du radiateur en argent de longueur d'onde $0,56 \times 10^{-8}$ (Moseley) est accompagné d'une émission cathodique qu'on doit dévier par un champ magnétique. Une expérience préliminaire faite en utilisant une électrode en zinc, montre que l'effet de charge positive dû au rayonnement X secondaire $= +0,6$ tandis que l'effet négatif dû à l'émission cathodique $= -1,5$.

L'effet positif, restant après déviation des charges cathodiques venant du radiateur, est analogue à l'effet photo-électrique; pour spécifier, on pourrait l'appeler *effet radioélectrique*. On y retrouve la relation établie par Hughes (¹) pour l'effet photo-électrique : *le carré de la vitesse maximum des électrons émis est proportionnel à la fréquence du rayonnement* X *incident*.

PHYSIQUE. — *Nouvelle méthode pyrométrique fondée sur l'absorption de quelques substances pour le rayonnement intégral.* Note de M. **G. Millochau**, présentée par M. M. Hamy.

On sait que le télescope pyrométrique Féry fournit la mesure de la température absolue T d'un four percé d'une ouverture suffisamment grande pour que son image couvre entièrement un petit disque noirci fixé à la soudure thermo-électrique du réticule. Je me suis proposé d'étendre l'emploi de cet appareil au cas où l'image est plus petite que le disque. J'ai utilisé dans ce but l'effet absorbant produit par quelques substances.

Ces effets d'absorption pour l'énergie totale émise par un radiateur intégral ont été étudiés avec le dispositif suivant :

Un télescope pyrométrique de Féry, à miroir métallique, est pointé sur l'ouverture d'un four Mecker. On lit la déviation δ_1 donnée par le galvanomètre de l'appareil et l'on place immédiatement devant le télescope, normalement au faisceau, une lame de la substance à étudier; on obtient alors une déviation δ_2.

M. Féry a montré que, lorsque la soudure thermo-électrique du réticule de l'appareil est entièrement couverte par l'image de l'ouverture du four, la température absolue de celui-ci, T, et la déviation δ_1 sont liées par la relation

$$T^4 - t^4 = k\delta_1, \tag{1}$$

t étant la température absolue ambiante et k une constante qui définit la sensibilité du télescope pyrométrique.

Les expériences ont montré que, si l'on admet pour mesurer la température du four la relation (1), la valeur de δ_2 est représentée, avec une pré-

(¹) Hughes, *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, A 212, 1912, p. 205. — Richardson, *Phil. Mag.*, t. XXVI, 1913, p. 550.

cision de l'ordre des erreurs de lecture, par la relation

$$(2) \qquad T^4 - t^4 = \left(\frac{c}{T^4} + a\right)\delta_2,$$

où c et a sont deux constantes.

La quantité $M = \frac{c}{a}$ ne dépend que de la lame absorbante et est indépendante de la sensibilité du télescope pyrométrique, ainsi que la position de la lame le long du trajet du faisceau.

La valeur a est toujours supérieure à la constante k du télescope employé. Le rapport $\frac{k}{a} = N$ représente la proportion d'énergie que laisse passer l'absorbant lorsque T est suffisamment grand pour que $\frac{c}{T^4}$ soit négligeable devant a.

Les valeurs de M et N trouvées pour diverses substances sont données par le Tableau suivant :

Lame.	Épaisseur en millimètres.	$M \times 10^{11}$.	N.
Verre rouge	2,5	20,4 [1]	0,604 [1]
Gélatine colorée en jaune (de Calmels).	0,3	40,2 [1]	0,531 [1]
Mica	1,0	3,43 [1]	0,676 [1]
Glaces en verre de Saint-Gobain.			
I	3,66	17,0	0,726
II	5,94	20,0	0,664
III	9,40	23,0	0,612
I + II	9,60	30,0	0,600
I + III	13,06	31,0	0,573
II + III	15,34	33,0	0,575
I + II + III	19,00	34,2	0,511
Celluloïd	0,3	18,0	0,573
Quartz	4,0	8,45	0,571

La lame de quartz n'avait été travaillée qu'au douci.

Les trois lames en verre de Saint-Gobain, mises gracieusement à ma disposition par M. Pellin, provenaient d'une même fonte. Les valeurs trouvées pour M sont évidemment en trop petit nombre pour permettre de tirer des conclusions définitives de leur variation avec l'épaisseur; cependant, l'en-

[1] Ces substances ont été étudiées avec un télescope à miroir doré.

semble des mesures est en accord avec la formule

$$M = 1.4 \times 1{,}05^x \times 10^{12}, \tag{3}$$

x étant l'épaisseur en millimètres.

Si E est l'énergie contenue dans le faisceau capté par le télescope, E' cette même énergie lorsque la lame est interposée, on a, d'après les propriétés du télescope Féry,

$$\delta_1 = x\mathrm{E}, \qquad \delta_2 = x\mathrm{E}',$$

d'où

$$\frac{\mathrm{E}}{\mathrm{E}'} = \frac{\delta_1}{\delta_2} = \frac{\frac{c}{\mathrm{T}^4} + a}{k}, \tag{4}$$

$$\mathrm{T}^4 = \frac{c\,\delta_2}{k\,\delta_1 - a\,\delta_2} = \frac{\mathrm{M}}{\mathrm{N}\frac{\delta_1}{\delta_2} - 1}. \tag{5}$$

Il en résulte une nouvelle méthode pyrométrique applicable au cas pour lequel, avec le télescope Féry, la soudure est incomplètement couverte par l'image du corps noir visé.

Dans la formule (5), en effet, δ_1 et δ_2 sont les lectures faites, *dans les mêmes conditions de pointé :* avec, puis sans lame absorbante; M et N sont les constantes déterminées par un étalonnage préalable.

La lame absorbante étant constituée par l'ensemble des trois lames de verre de Saint-Gobain, les déviations suivantes ont été obtenues :

	δ_1.	δ_2.
Soudure couverte.........................	107,8	41,8
Soudure incomplètement couverte	66,9	25,8

Le rapport $\frac{\delta_1}{\delta_2}$ ne diffère que de 1,4 pour 100 dans les deux systèmes de mesures. La température du four déduite de ces observations est :

En employant la formule (1)......................	T = 1773°
» (2)......................	T = 1773°
» (5)......................	T = 1791°

les constantes employées étant

$$M = 3{,}42 \times 10^{12}, \qquad N = 0{,}511.$$

On peut également employer deux lames de même matière et d'épaisseurs différentes, ayant même valeur pour N. Si l'on place successivement

chacune d'elles devant un télescope pyrométrique et qu'on observe les déviations δ_1 et δ_2 du galvanomètre, la température sera donnée par la relation

$$T^4 = \frac{M_1\delta_1 - M_2\delta_2}{\delta_2 - \delta_1}.$$

La formule (2) a été vérifiée jusqu'à 1823° absolus.

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur le spectre ultraviolet des dissolutions aqueuses d'acide nitrique, des nitrates métalliques et en particulier du nitrate de cuivre.* Note de MM. **Massol** et **Faucon**, transmise par M. J. Violle.

Les dissolutions aqueuses étendues d'acide nitrique et de la plupart des nitrates métalliques sont incolores et par conséquent transparentes pour les radiations du spectre visible, par contre elles absorbent un ensemble de radiations ultraviolettes, de telle sorte que les spectrogrammes obtenus avec un spectroscope à prisme et lentille de quartz offrent une large bande d'absorption.

Soret [1] paraît l'avoir observée le premier pour l'acide nitrique, les nitrates alcalins, alcalino-terreux et de nombreux nitrates métalliques.

Martley [2], en étudiant l'absorption en fonction de la concentration et de l'épaisseur de la couche traversée, fixa la position moyenne de la bande due à l'acide nitrique entre $\lambda = 3170$ (U.A.) et $\lambda = 2850$, constata que le nitrate de potasse donne une bande identique à celle de l'acide nitrique et signala un léger déplacement pour les bandes de nitrate d'argent et de thallium. En fait, si la position et la largeur des bandes ne sont pas identiques, elles sont cependant peu différentes. Pour les nitrates colorés de cobalt et de nickel, il retrouva la bande de l'acide nitrique; mais le nitrate de nickel lui donna en plus une deuxième bande, étroite, et placée à $\lambda = 3900$, qui est spéciale aux sels de nickel, car nous l'avons retrouvée avec le sulfate de nickel.

Par contre Martley constate que le nitrate de cuivre ne donne pas la bande des nitrates, ce qui constitue une exception inattendue.

Nos recherches antérieures sur les spectres d'absorption des dissolutions colorées nous ont amenés à l'étude de cette exception.

Nous avons constaté que les dissolutions aqueuses de nitrate de cuivre un peu concentrées absorbe les radiations à plus faibles longueurs d'onde et notamment toutes celles qui correspondent à la position de la bande de

(1) Soret, *Arch. des Sc. phys. et nat.*, t. LXI, 1878, p. 322.

(2) Martley, *J. Chem. Soc.*, t. LXXXI, 1902, p. 555 et t. LXXXIII, 1903, p. 221.

l'acide nitrique. Nous avons reconnu que les dissolutions à 2 pour 100 sont les plus favorables pour l'observation de la bande avec les nitrates alcalins et ceux de cobalt et de nickel. Sous cette concentration le nitrate de cuivre ne donne pas de bande; mais tandis que, sous des épaisseurs variant de 1^{mm} à 15^{mm}, les radiations jouent jusqu'à $\lambda = 2560$, pour les épaisseurs de 20^{mm} et au-dessus il y a une variation brusque et la transparence s'arrête à $\lambda = 3150$. En faisant varier progressivement les épaisseurs et en augmentant le temps de pose, nous avons vu apparaître sur nos spectrogrammes une large bande s'étendant de $\lambda = 2800$ à $\lambda = 3150$, qui est bien celle de l'acide nitrique.

Le nitrate de cuivre ne fait donc pas exception, il donne la bande de l'acide nitrique, mais cependant il la donne avec moins de netteté, car il est plus transparent pour ces radiations que les autres nitrates. On peut donc conclure que le nitrate de cuivre en dissolution aqueuse étendue *s'ionise comme les autres nitrates;* nous rappelons que les nitrates en dissolution dans l'alcool ne donnent pas la bande de l'acide nitrique, les éthers nitriques ne la donnent pas non plus, et Hartley [1] a constaté son absence avec le nitrate de potasse fondu examiné sous une épaisseur de $0^{mm},5$.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La dilatation des ferronickels dans un grand intervalle de température.* Note [2] de M. **P. Chevenard**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Les recherches que j'ai poursuivies aux aciéries d'Imphy sur les propriétés des ferronickels visaient, d'une part, l'extension expérimentale aux températures très basses ou très élevées des réseaux de dilatation établis avec une haute précision, par M. Ch.-Éd. Guillaume, pour les températures moyennes et, d'autre part, la recherche d'une relation probable entre l'anomalie réversible et le composé Fe^2Ni dont l'existence résultait déjà des recherches de M. P. Weiss et de ses élèves.

Les alliages, aussi purs que possible, ont été étudiés à l'aide d'un dilatomètre qui rapporte la dilatation de l'échantillon à celle d'un tube de silice qui le renferme. Les mesures ont été faites entre -195° et $+750^{\circ}$.

Alliages compris entre Fe *et* Fe^2Ni. — J'ai cherché d'abord à préciser la

[1] Hartley, *Chem. Soc.*, t. CI, 1912, p. 802.

[2] Présentée dans la séance du 29 juin 1914.

teneur qui limite les alliages susceptibles de subir la transformation irréversible. Le procédé consistait à comparer entre elles les courbes des changements de dimensions à la chauffe et au refroidissement consécutif. Avant ces mesures, on soumettait les alliages à des températures assez basses pour être certain de les avoir amenés à l'état stable à froid. Dans ce but, certains des échantillons durent être immergés dans l'hydrogène liquide, opération que M. Kamerlingh Onnes a eu la grande obligeance d'effectuer.

Comme l'ont montré les études déjà anciennes de M. L. Dumas et de M. Guillaume, certains alliages peuvent éprouver des transformations réversibles et irréversibles superposées, ce qui établit leur origine distincte. J'ai vérifié cette double transformation pour une teneur en nickel égale à 31,9 pour 100.

Quant à l'amplitude de la transformation irréversible, elle est caractérisée par les nombres ci-après, qui donnent, pour chaque alliage, la différence entre les dimensions linéaires de l'échantillon avant et après la chauffe :

Nickel pour 100.	Amplitude de la transformation.
25,9	$-7,6.10^{-3}$
29,2	$-5,5.10^{-3}$
30,6	$-5,0.10^{-3}$
31,9	$-1,2.10^{-3}$
33,5	$-0,3.10^{-3}$
34,1	imperceptible
35,4	»

Pour l'alliage à 31,9 Ni, le changement de dimensions a été obtenu identique, que le métal eût été refroidi à $-195°$ ou à $-250°$. La transformation était donc complète dès le premier refroidissement.

Les nombres du Tableau tendent vers zéro lorsqu'on s'approche de la composition Fe^2Ni, qui apparaît ainsi nettement comme la teneur limite des alliages irréversibles (¹).

Alliages compris entre Fe^2Ni *et* $FeNi^2$. — Les alliages à teneur en nickel comprise entre 34,45 et 67,75 Ni ont des propriétés anormales quasi réver-

(¹) Les nombres bruts sembleraient indiquer une limite un peu plus basse; mais il ne faut pas oublier que le manganèse, dont une très petite quantité a dû être tolérée pour rendre les alliages forgeables, remplace le fer, ainsi que l'a montré M. Guillaume, avec un coefficient supérieur à l'unité.

sibles. L'anomalie apparaît surtout sur les courbes des coefficients vrais $\left(\frac{1}{l}\frac{dl}{d\Theta}, \textit{fig. } 1\right)$. Aux teneurs les plus basses, ces courbes présentent une

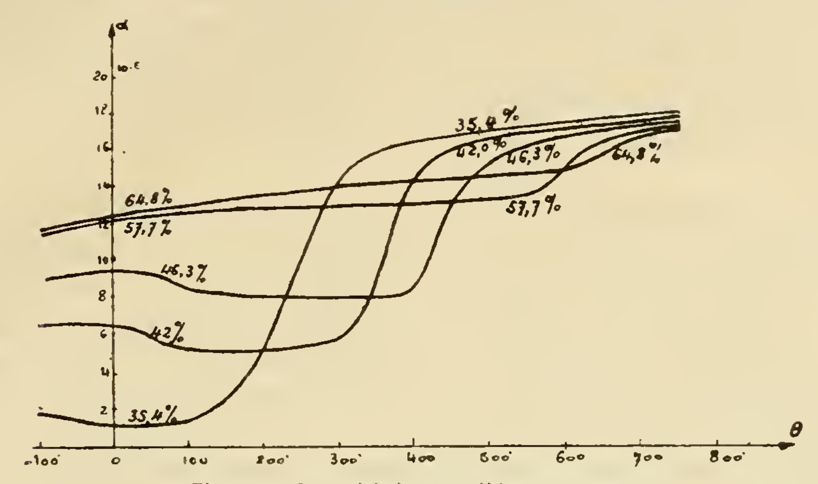


Fig. 1. — Ferronickels réversibles anormaux.
Variation du coefficient de dilatation en fonction de la température.

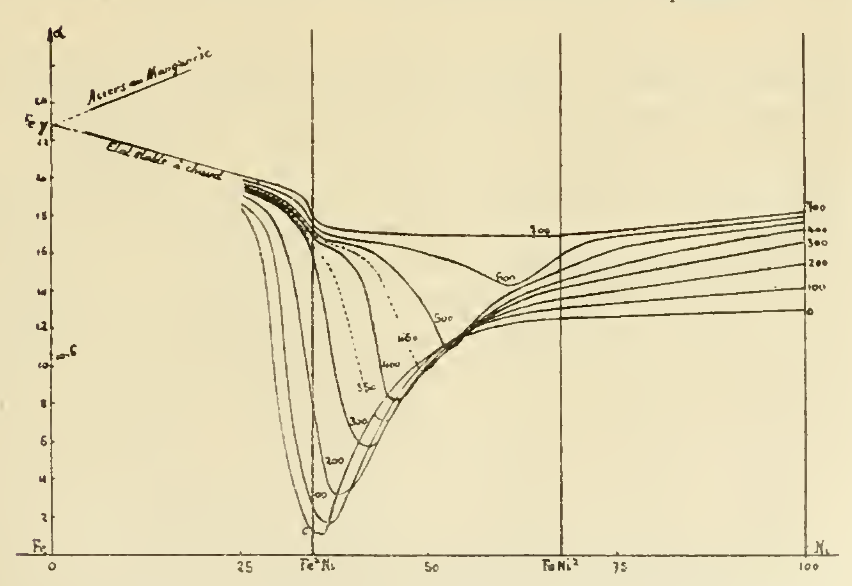


Fig. 2. — Variation du coefficient de dilatation vrai à différentes températures en fonction de la teneur en nickel.

double inflexion ; aux teneurs plus élevées, la première inflexion disparaît, en même temps que toute l'anomalie diminue d'intensité, pour tendre vers zéro à mesure qu'on s'approche de la combinaison $Fe\,Ni^2$.

Alliages compris entre $FeNi^2$ *et* Ni. — Pour les alliages voisins du nickel, les coefficients vrais sont représentés par deux tronçons de droites, dont le point de concours est sur l'ordonnée du point de Curie. Quand la teneur en fer augmente, l'angle formé par les deux fragments rectilignes diminue, et s'annule sensiblement pour la teneur correspondant à $FeNi^2$. Pour cet alliage, la dilatation s'effectue donc sensiblement suivant une loi parabolique, au moins entre 0° et 800°.

Diagramme d'ensemble. — Tous les résultats qui viennent d'être exposés sont figurés, sous la forme de dilatabilités vraies en fonction de la teneur, dans le diagramme figure 2. La chute brusque de la courbe relative à 700°, presque à l'aplomb de Fe^2Ni, constitue une preuve de l'existence de ce composé à cette température. Le prolongement de la courbe jusqu'à l'ordonnée d'origine correspond au coefficient de dilatation du fer γ à 700° (hypothétique). Des essais entrepris sur une série d'aciers polyédriques au manganèse donnent pour cette grandeur un nombre très concordant, et ce résultat constitue une bonne vérification.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Alliage ternaire zinc — argent — plomb.* Note de M. **B. Bogitch**, présentée par M. H. Le Chatelier.

D'après les recherches antérieures, le zinc et l'argent forment six solutions solides et une combinaison Zn^3Ag^2 [1]; le plomb et l'argent ne forment qu'un seul eutectique à 4 pour 100 d'argent [2].

Le zinc et le plomb ne sont que partiellement miscibles à l'état liquide. Au moment de la solidification, le zinc dissout 0,95 pour 100 de Pb et le plomb 1,35 pour 100 de Zn. Cette solubilité réciproque varie avec l'état de pureté des deux métaux et avec la température; au voisinage de 700° le plomb dissout 15 pour 100 de zinc. Lorsqu'on fond ces trois métaux ensemble, il se forme généralement deux couches superposées. Cette propriété constitue, comme on sait, la base d'un procédé métallurgique dans le traitement des plombs argentifères.

Dans cette Note, je me propose d'étudier la répartition des trois métaux

---

(1) Gautier et Charpy, *Contribution à l'étude des alliages*. — Heycock et Neville, *J. of chem. Soc.*, 1907. — Carpenter et Whiteley, *Int. Zeit. für Metallog.*

(2) Heycock et Neville, *Phil. Trans.*, 1907. — Gautier, *Contribution à l'étude des alliages*. — Behrens, *Mic. Gef. d. Met. u. Leg.*

entre les deux couches à la température de solidification de la couche supérieure, la plus pauvre en plomb et par suite la moins fusible.

Métaux utilisés :

Argent pur.

	Pour 100.	
Zinc contenait...	Sn = 0,05 Fe = 0,02 Cd = traces Sb = 0,1 Pb = 0,2	Zn par différence = 99,63 pour 100
Plomb contenait.	Sb = 0,09 As = 0,02 Fe = traces Cu = 0,023	Pb par différence = 99,867 pour 100

La fusion était opérée dans de petits creusets en terre entourés de sable et placés dans un creuset beaucoup plus grand chauffé au four Perot. Pour préserver les métaux contre l'oxydation et la volatilisation, on employait une couche épaisse de fondant composé de mélanges variables de $ZnCl^2$, KCl et NaCl. Le poids de lit de fusion variait de 40g à 10g. Les expériences à blanc ont montré qu'il suffit de 2 heures d'agitation pour que l'équilibre soit atteint; en pratique, la fusion durait 2 heures et demie à 3 heures.

Les prélèvements de la matière pour l'analyse ont été faits après refroidissement sur les culots solidifiés. On étudiait chaque fois le haut et le bas de chaque couche. L'argent était dosé à l'état de chlorure; le plomb soit par la méthode classique de sulfate, soit par électrolyse; le zinc à l'état d'oxyde.

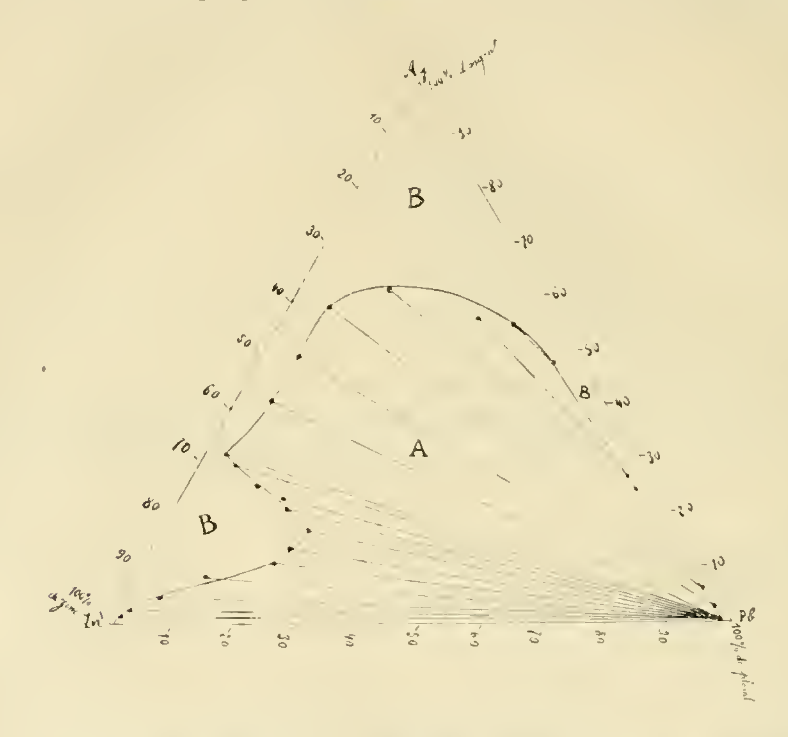
Les expériences ont porté sur une vingtaine de mélanges fondus différents; on donnera seulement ici les résultats relatifs à cinq d'entre eux.

	Couche supérieure.					Couche inférieure.				
Culots...	I.	II.	III.	IV.	V.	I.	II.	III.	IV.	V.
Argent (%).	1,26	17,19	31,00	61,67	55,40	néant	0,034	0,15	24,63	47,3
Zinc (%)...	97,74	58,91	65,38	23,86	5,98	1,35	1,36	1,27	3,45	4,5
Plomb (%).	1,00	23,9	3,62	14,47	38,62	98,65	98,606	98,58	71,92	48,2

Le dernier culot obtenu par refusion du culot marqué ici V avec addition d'une certaine quantité d'argent n'a présenté qu'une seule couche ; cependant, la composition du haut et du bas de culot s'écartait d'une façon notable : une forte ségrégation a remplacé la liquation ; en effet :

Haut	Ag = 58,99 pour 100 Pb = 36,56 » Zn = 4,45 »	Bas	Ag = 53,12 pour 100 Pb = 41,4 » Zn = 5,5 »

Si l'on considère la courbe tracée d'après ces chiffres, on voit bien qu'elle sépare deux régions toutes différentes. La région A correspond à l'existence de deux couches superposées, et celle de B présente les proportions de trois métaux qui peuvent exister sans se liquater. Il faut d'ailleurs



remarquer que ces résultats concernent seulement les températures voisines de la solidification. L'influence de la température de prélèvement d'un échantillon sur celle de recuit des culots métalliques déjà solides demandera pour être précisée de nouvelles expériences qui sont actuellement en cours.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le sulfate de glucinium et ses hydrates.* Note de M. F. **Taboury**, présentée par M. A. Haller.

Parmi les différents hydrates du sulfate de glucinium (à 1, 2, 4, 6 molécules d'eau) que signale la littérature chimique [1], celui qu'on obtient

[1] Lathrop-Parsons, *Zeits. anorg. Chem.*, t. XLII, p. 250. — Levi Malvaus, *Ibid.*, t. XLVIII, p. 446.

le plus facilement est $SO^4Gl, 4H^2O$. La présente Note a pour but d'indiquer les résultats que m'a fournis la déshydratation de ce sel par différents procédés. La matière première dont je me suis servi est l'hydrate commercial à $4H^2O$, que j'ai fait cristalliser plusieurs fois dans l'eau bouillante afin de séparer le peu d'acide sulfurique libre que retiennent les cristaux [1] ainsi que les traces des métaux étrangers qu'ils contiennent presque toujours.

Ce sel, placé dans le vide en présence d'acide sulfurique ou lavé au soxhlet avec de l'éther anhydre, ne perd pas d'eau.

I. *Action de la chaleur.* — La déshydratation de $SO^4Gl, 4H^2O$, sous l'influence de la chaleur, a été obtenue en faisant passer, à température fixe sur ce sel, un courant d'hydrogène ou d'air secs jusqu'à poids constant. Les résultats peuvent se résumer ainsi :

A 55°- 60°	le résidu a la composition	$SO^4Gl.2,1\ H^2O$
A 100°	»	$SO^4Gl.1,05\ H^2O$
A 150°-160°	»	$SO^4Gl.0,53\ H^2O$
A 180°-190°	»	$SO^4Gl.0,07\ H^2O$
A 250°	»	$SO^4Gl.0,03\ H^2O$

En portant successivement la température à 370°-380°, puis à 450°-460°, on constate une légère perte de poids de la substance en même temps qu'il se condense dans le tube un peu d'acide sulfurique. Ainsi, $2^g,2065$ de $SO^4Gl, 4H^2O$, chauffés à 250° jusqu'à poids constant, ont perdu, à 370°, 7^{mg}, puis, à 450°-460°, 4^{mg}. Cette perte de 11^{mg} correspond sensiblement au $\frac{1}{100}$ du poids de SO^3 contenu dans la prise d'essai. Deux explications de ces faits peuvent être envisagées. La perte d'acide sulfurique peut provenir, soit d'une décomposition partielle du sel [2], soit de traces d'acide retenues par l'hydrate, même après plusieurs cristallisations. La seconde seule me paraît vraisemblable, car l'analyse du résidu obtenu à 450°-460° fournit pour les dosages de SO^3 et de GlO des nombres correspondant à SO^4Gl. Pour confirmer cette manière de voir, j'ai calciné, à 450°, $SO^4Gl, 4H^2O$ jusqu'à poids constant et j'ai fait cristalliser dans l'eau le résidu de cette opération. J'ai ainsi obtenu l'hydrate $SO^4Gl, 4H^2O$ dont j'ai vérifié la pureté par l'analyse.

La déshydratation de ce sel, qui ne contenait évidemment pas d'acide

---

[1] On sait, en effet, que la cristallisation de $SO^4Gl, 4H^2O$ s'effectue bien en solution légèrement sulfurique.

[2] LATHROP-PARSONS, *loc. cit.*

sulfurique en excès, s'est effectuée régulièrement et, jusqu'à 450°, la perte de poids correspondait à 4,01 H^2O. C'est seulement à partir de 530°-540°, après 4 heures de chauffe, que j'ai vu apparaître dans le tube laboratoire des traces d'acide qui, pour un poids initial de près de 3g de $SO^4Gl, 4H^2O$, étaient neutralisées par une goutte de KOH $\frac{N}{10}$.

II. *Action de* SO^4H^2. — 1° Lorsqu'on traite une solution, saturée à 15° environ, de $SO^4Gl, 4H^2O$ par deux fois son volume de $SO^4H^2 (d = 1,8)$, il se forme au bout de deux jours un précipité cristallin qui, essoré sur plaque poreuse, constitue l'hydrate $SO^4Gl, 2H^2O$. Ce sel est très lentement soluble dans l'eau.

2° L'acide sulfurique ($d = 1,8$) bouillant dissout un peu de SO^4Gl anhydre, dont une partie se dépose à l'état cristallisé par refroidissement.

L'évaporation, même partielle, à la température d'ébullition d'une solution de SO^4Gl dans l'acide sulfurique, fournit toujours le sulfate anhydre *non acide*. L'acide, retenu mécaniquement par les cristaux toujours très petits, est facilement absorbé sur plaque poreuse. Ces résultats sont en accord avec la méthode indiquée par Lebeau [1] pour préparer SO^4Gl anhydre en traitant GlO par l'acide sulfurique concentré. Il faut cependant remarquer qu'on éprouve dans ce cas des difficultés à dissoudre tout l'oxyde dans l'acide.

Conclusions. — La déshydratation progressive de $SO^4Gl, 4H^2O$ confirme l'existence des hydrates à 1 et 2 H^2O et *semble* indiquer celle d'un hydrate à 0,5 H^2O.

La déshydratation partielle, à la température ordinaire, des solutions d'hydrate à $4H^2O$ par SO^4H^2 fournit $SO^4Gl, 2H^2O$.

La stabilité de SO^4Gl jusqu'à 530°-540° permet de doser le glucinium à l'état de sulfate.

Enfin, SO^4Gl semble ne pas former de sulfates acides. Ce dernier caractère différencie le glucinium des autres métaux de même famille.

---

[1] LEBEAU, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XVI, 1899.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la méthode chlorométrique de Penot.* Note [1] de M. J. Clarens, transmise par M. Paul Sabatier.

La méthode de Penot consiste à évaluer la teneur en *hypochlorite* d'une solution, par la quantité d'*arsénite de sodium* qu'elle est susceptible d'oxyder. On reconnaît que l'oxydation de l'hypochlorite est totale à ce qu'une goutte du liquide ne bleuit plus le papier ioduré amidonné.

Une modification de la méthode de Penot par Fr. Mohr consiste à traiter l'échantillon d'hypochlorite par un excès de liqueur arsénieuse qu'on évalue à l'aide d'une liqueur titrée d'iode.

Frésénius [2] termine comme il suit l'exposé des deux méthodes ci-dessus : « Ce procédé (de Mohr) donne de bons résultats. Toutefois il ne remplacera pas celui de Penot qui est plus simple dans la pratique et tout aussi exact. »

La plus grande simplicité de la méthode de Penot est incontestable. Mais l'étude des deux procédés m'a conduit, au sujet de leur exactitude comparée, à une conclusion contraire à celle de Frésénius.

Un fait constant est qu'on trouve par la méthode de Mohr des résultats plus élevés, de l'ordre de 2 à 3 pour 100, que par celle de Penot. Une observation attentive de la marche d'une opération effectuée par cette dernière méthode, en employant des liqueurs de concentration habituelle, permet la constatation des particularités suivantes : lorsqu'on opère à une vive lumière, en versant très lentement la solution arsénieuse dans la solution d'hypochlorite, le vase à réaction se remplit à un certain moment de fumées et l'on perçoit une odeur très analogue à celle de l'ozone. Or, on obtient les mêmes phénomènes en agitant à la lumière un flacon à moitié rempli d'une solution étendue de peroxyde de chlore.

J'ai eu occasion d'observer les mêmes faits dans les dosages des mélanges d'hypochlorite et de chlorite [3] lorsque je n'opérais pas constamment en présence d'un excès d'arsénite de sodium. La méthode de Penot réalise évidemment au maximum cette dernière condition. J'ai donné pour le cas des mélanges hypochlorite-chlorite, l'explication de ces faits. Je la rappelle brièvement : La transformation par l'acide arsénieux de l'acide hypochlo-

---

[1] Présentée dans la séance du 6 juillet 1914.

[2] Frésénius, *Traité d'Analyse quantitative*, 7e édit. française, t. II, p. 146.

[3] *Thèse de Toulouse*, mai 1913, p. 18.

reux non dissocié en ions qui existe toujours dans les solutions d'hypochlorites, en acide chlorhydrique, abaisse évidemment le taux alcalimétrique de la solution. Or dans les solutions peu alcalines l'acide hypochloreux réagit sur les chlorites pour donner des chlorates avec production temporaire de peroxyde de chlore. Du fait de cette réaction accessoire, mise en évidence par les phénomènes ci-dessus mentionnés, une partie de l'acide hypochloreux échappe au dosage qui est ainsi faussé.

J'ai démontré dans le même travail que le chlorite est le terme intermédiaire obligé de la transformation de l'hypochlorite en chlorate : il existe donc toujours du chlorite dans les solutions d'hypochlorites et nous expliquons aussi bien naturellement les particularités présentées par l'application de la méthode de Penot à des hypochlorites qui, en réalité, sont des mélanges d'hypochlorites et de chlorites et aussi les résultats trop faibles obtenus par cette méthode.

Je rappellerai à l'appui de ce qui précède qu'il avait été déjà remarqué [1] que les résultats obtenus par la méthode gazométrique (mesure du dégagement gazeux résultant de l'action de l'eau oxygénée sur les hypochlorites) sont de 2 pour 100 plus élevés que ceux de la méthode de Penot.

J'ai coutume d'adopter, dans les dosages chlorométriques par cette dernière méthode, une modification que je n'ai pas vue signalée et qui, dans la pratique industrielle, me semble pouvoir rendre des services : on apprécie généralement la fin de la réaction par touche sur du papier ioduré amidonné. On n'est ainsi prévenu qu'on approche du terme de la réaction que tout à fait dans les derniers moments.

J'additionne la prise d'échantillon de quelques cristaux de bromure de potassium; après quelques instants le liquide devient jaune par production évidemment d'hypobromite. On peut suivre ainsi la marche de la réaction par les variations de l'intensité de la coloration du liquide et, avec quelque habitude, on arrive très bien à se dispenser de l'emploi du papier ioduré amidonné.

Si j'ai signalé cet artifice, c'est surtout parce qu'il permet de mettre bien en évidence la réaction secondaire étudiée plus haut. On constate, en effet, dans ce dernier cas, que la teinte jaune du liquide qui allait s'affaiblissant dès le début, se renforce à un certain moment : en même temps le liquide, qui jusqu'alors avait l'odeur plutôt agréable de l'hypobromite, sent très nettement le brome. Dès ce moment, la coloration s'affaiblit progres-

---

(1) Frésénius. *Ibid.*, p. 149.

sivement pour disparaître entièrement quand la réaction est terminée.

Évidemment, dans ce cas, le peroxyde de brome trop instable est remplacé par du brome résultant de sa destruction.

En résumé :

La méthode de Penot parfaitement suffisante pour l'usage industriel est moins correcte que la modification de Mohr et donne des résultats plus faibles, pour les raisons exposées ci-dessus ([1]).

Il me semble avantageux, toujours pour l'usage industriel, d'additionner le liquide sur lequel on opère d'une petite quantité de bromure de potassium. On arrive ainsi plus commodément aux mêmes résultats que par l'emploi du papier ioduré amidonné.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur une nouvelle méthode de détermination du poids atomique de l'iode.* Note de M. **Marcel Guichard**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Dans le but d'éviter le plus possible les erreurs systématiques dans la détermination des poids atomiques, il semble intéressant de rechercher les conditions suivantes : tout d'abord, choisir les méthodes directes, rapportant le corps considéré à l'oxygène, sans intermédiaire ; ensuite, faire des analyses ou des synthèses complètes, où toutes les substances soient pesées; enfin, utiliser les réactions les plus simples, exigeant le moins possible de corps auxiliaires.

Les travaux de Morley (1895), Keyser (1898), Gray (1905), Guye et Fluss (1908) ont trouvé que de telles conditions sont réalisables.

([1]) Le mode opératoire suivant, justifié par tout ce qui précède, permet d'obtenir sensiblement les mêmes résultats que par la méthode de Mohr tout en dispensant de l'emploi d'une liqueur titrée d'iode. Un premier dosage par la méthode de Penot donne le volume de liqueur arsénieuse nécessaire pour l'oxydation d'un échantillon de la solution d'hypochlorite. Ceci fait, on verse d'abord dans le vase à réaction le volume ainsi déterminé de liqueur arsénieuse et on lui ajoute en agitant la solution d'hypochlorite. Si l'opération a été bien faite, on constate que le liquide résultant bleuit encore le papier ioduré amidonné.

On verse alors goutte à goutte la liqueur arsénieuse jusqu'à fin de la réaction sur le papier réactif.

On détermine ainsi directement que la méthode de Penot, dans sa forme habituelle, donne des résultats trop faibles, et aussi la grandeur de cette erreur.

En me plaçant au même point de vue, j'ai étudié une nouvelle méthode de détermination du poids atomique de l'iode.

J'en ai déjà indiqué le principe ([1]) : un poids connu d'anhydride iodique I^2O^5 est décomposé par la chaleur en ses éléments, iode et oxygène, qu'on pèse l'un et l'autre.

Les études préliminaires nécessaires pour mettre en œuvre cette détermination seront développées ultérieurement. Quelques remarques peuvent cependant prendre place ici.

L'anhydride iodique a été préparé à partir d'iode et d'acide azotique fumant soigneusement purifiés.

Les impuretés qu'on devait craindre étaient : 1° les matières solides fixes; 2° les gaz étrangers occlus pendant la préparation; 3° les traces d'eau.

1° Le résidu fixe, après décomposition de 10^g d'anhydride, s'est montré de $\frac{1}{1000000}$.

2° L'élimination des gaz occlus, notamment des oxydes d'azote, a été réalisée en chauffant l'anhydride, avant les dernières cristallisations, jusqu'à 330°, de façon à provoquer la destruction de 20 pour 1000 du composé, en iode et oxygène.

3° La déshydratation rigoureuse de l'acide iodique est délicate à réaliser, car, d'une part, lorsqu'on le chauffe dans un courant d'air sec, à 240°, pendant 4 heures, il retient 6 cent-millièmes de son poids d'eau ([2]); d'autre part, à 250°, en chauffant 10^g d'anhydride, on en décompose, en 100 heures, 2 ou 3 dix-millièmes, l'iode et l'oxygène formés restant partiellement occlus dans le solide ([3]).

Tenant compte de ces remarques, j'ai achevé la déshydratation de l'anhydride iodique *dans le vide*, à 230°, 240°, en 15 heures, pour 10^g, l'humidité étant condensée dans des tubes à potasse et à acide métaphosphorique, et dans un réfrigérant à — 80°.

Cette dessiccation est faite dans le tube même où sera pesé, puis décomposé l'anhydride.

La condensation de l'iode provenant de la décomposition peut être réalisée complètement, dans un tube suivi d'un serpentin de 1^m de long, à la condition que la vitesse de décomposition ne dépasse pas 6^g d'anhydride en 5 heures.

La fixation de l'oxygène sur le cuivre peut donner des nombres exacts si le cuivre est privé des gaz dissous ([4]).

Le fil de $\frac{1}{10}$ de millimètre employé a été dégraissé par frottement avec du sable mouillé d'acétone, puis chauffé à 850°, pendant 48 heures, dans le

([1]) GUICHARD, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. V, 1909, p. 86.

([2]) BAXTER et TILLEY, *J. amer. chem. Soc.*, t. XXXI, 1909, p. 201.

([3]) GUICHARD, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. V, 1909, p. 86.

([4]) GUICHARD, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. XI, 1912, p. 49 et 100.

vide, et enfin 60 heures à 600°. Il ne donne plus alors d'accroissements de pression de l'ordre de $0^{mm},001$ par 100^g de fil en 24 heures, à cette température, dans un appareil de 500^{cm^3} environ.

J'ai constaté, d'autre part, qu'un tel fil oxydé, puis réduit par l'hydrogène électrolytique, enfin chauffé dans le vide, pendant 25 heures, à 600°, ne dégage pas de quantités mesurables d'hydrogène. Si l'on a soin de bien condenser sur de la potasse, de l'acide phosphorique, et même dans un réfrigérant à — 80°, l'humidité de ce cuivre, il peut servir pour une nouvelle expérience.

Sans entrer dans le détail complet d'une opération, nous donnerons ici la succession des pesées à effectuer :

1° La pesée du tube de décomposition contenant l'anhydride iodique et du serpentin qui est soudé à ce tube;

2° La pesée du même tube contenant l'iode dans le condenseur à serpentin, l'oxygène étant parti;

3° La pesée du même tube après avoir chassé l'iode qu'il contient;

4° et 5° Les pesées du tube à cuivre, avant et après la fixation de l'oxygène.

Pour toutes ces pesées, les tubes étaient scellés et vides d'air.

Les erreurs d'étalonnage des poids ont été corrigées. On a évité la correction de poussée de l'air à l'aide de tares ayant le volume des tubes à $0^{cm^3},5$ près.

La méthode étant mise au point par plusieurs essais préliminaires, cinq déterminations successives ont donné les nombres suivants :

Anhydride décomposé P_a.	Iode dégagé P_i.	Oxygène fixé sur le cuivre P_o.	$P_i + P_o$.	$D = P_a - [P_i + P_o]$.
g 5,18051	g 3,93910	g 1,24183	g 5,18093	g — 0,00042
7,80826	5,93688	1,87138	7,80826	0,00000
9,33281	7,09689	2,23637	9,33326	— 0,00045
6,23324	4,73922	1,49333	6,23255	+ 0,00069
7,08076	5,38441	1,69714	7,08155	— 0,00079

Ces résultats peuvent être combinés de trois façons différentes et donner 15 valeurs du poids atomique de l'iode, suivant les formules suivantes. Le signe et la grandeur relative des différences D rendent compte des divergences entre ces diverses valeurs :

	$\pi_1 = 40 \frac{P_i}{P_0}$.	$\pi_2 = 40 \frac{P_i}{P_a - P_i}$.	$\pi_3 = 40 \frac{P_a - P_0}{P_0}$.
	126,88	126,92	126,87
	126,90	126,90	126,90
	126,935	126,96	126,93
	126,94	126,885	126,96
	126,905	126,96	126,89
Moyennes :	126,912	126,925	126,91

La moyenne générale donne, pour le poids atomique de l'iode, la valeur, pour O = 16 :

126,915,

qui diffère peu de la valeur ordinairement adoptée, 126,92.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une méthode de préparation des composés complexes du platine bivalent.* Note de M. **L. Tschugaeff**, présentée par M. A. Haller.

C'est en solution aqueuse qu'on obtient, dans la plupart des cas, des composés complexes des métaux lourds appartenant au huitième groupe du système périodique, et ce n'est qu'exceptionnellement qu'on se sert dans ce but d'autres dissolvants.

Cependant l'eau comme dissolvant présente des inconvénients essentiels. Ainsi, elle provoque souvent différents processus secondaires, surtout des phénomènes d'hydrolyse, ce qui empêche absolument d'obtenir de nombreux composés complexes. D'autre part, nombre de composés organiques sont insolubles dans l'eau, ce qui d'un autre côté rend impossible, ou au moins difficile, leur entrée en réaction avec des composés minéraux se trouvant en solution aqueuse.

En particulier, on obtient des composés complexes du platine presque toujours en solution aqueuse, parce que les chloroplatinites de potassium et d'ammonium, dont on se sert le plus souvent comme point de départ, ne sont pas solubles dans d'autres dissolvants que l'eau.

Or il n'est point difficile de trouver des choroplatinites solubles dans plusieurs dissolvants organiques, si l'on remplace le potassium et l'ammonium dans les composés K^2PtCl^4 et $(NH^4)^2PtCl^4$ par des ammoniums substitués à radicaux organiques. Il est surtout avantageux de se servir, dans ce but, des chloroplatinites des amines tertiaires vu que ces amines,

à l'état libre, sont incapables de se combiner aux sels des métaux lourds en question et de compliquer ainsi la réaction [1] principale.

Pour la préparation des composés complexes platineux, je me suis arrêté au chloroplatinite du tripropylammonium $[N(C^3H^7)^3H]^2PtCl^4$ qu'il est facile d'obtenir, par double décomposition, du chlorhydrate $(C^3H^7)^3NHCl$ avec le chloroplatinite d'ammonium en solution concentrée et chaude et en faisant recristalliser le précipité, qui se forme par refroidissement du liquide, dans de l'alcool ou dans de l'acétone. Ce corps se présente sous la forme d'aiguilles ou de prismes, de couleur rouge brunâtre, très solubles dans du chloroforme, un peu moins solubles dans le bromure d'éthylène, solubles dans les alcools et dans les cétones, insolubles dans les hydrocarbures.

Je citerai quelques exemples caractéristiques pour faire voir la facilité avec laquelle on obtient, en partant de ce corps, des composés complexes différents en solutions non aqueuses.

1° Si l'on ajoute de la méthylcarbylamine (2^{mol}) au chloroplatinite

$$[(C^3H^7)^3NH]^2PtCl^4 \ (1^{mol}),$$

en solution chloroformique, il se produit en abondance, après quelques instants, un précipité cristallin, de couleur chair, qui n'est autre chose que le composé

$$[Pt(CH^3NC)^4]PtCl^4,$$

décrit antérieurement par M. Teearu et par l'auteur [2].

On l'obtient ainsi avec un rendement de plus de 90 pour 100, tandis que la même réaction produite en solution aqueuse ne donne qu'un rendement très médiocre.

2° En se servant du même chloroplatinite nous avons réussi à préparer, en commun avec Mme Irigarieff, des composés hydrazino-platineux parfaitement inconnus jusqu'ici. C'est ainsi qu'en ajoutant de l'hydrazine libre à une solution chloroformique de notre chloroplatinite, nous avons pu préparer le composé $[Pt\,4(N^2H^4)]Cl^2$ qui est tout à fait analogue au chlorure de la première base de Reiset

$$(Pt\,4NH^3)Cl^2:$$

$$[NH(C^3H^7)^3]^2PtCl^4 + 4N^2H^4 = [Pt(N^2H^4)^4]Cl^2 + 2(C^3H^7)NHCl.$$

3° Ce chloroplatinite de tripropylammonium peut être employé également pour préparer des composés formés par le chlorure platineux avec les phosphines, les arsines et les stibines aromatiques qui sont absolument insolubles dans l'eau.

Ces composés intéressants, dont l'étude est poursuivie dans notre laboratoire, seront décrits ailleurs.

---

[1] L. Tschugaeff, *Ber. d. ch. Gesell.*, t. XL, 1907, p. 173.

[2] L. Tschugaeff et P. Teearu, *Ber. d. chem. Gesell.*, t. XLVII, 1914, p. 568.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydrogénation des composés à liaisons éthyléniques aliphatiques en présence de nickel, sous pression modérée.* Note de MM. **André Brochet** et **Maurice Bauer**, présentée par M. A. Haller.

L'hydrogénation des composés à liaisons éthyléniques aliphatiques, en présence de nickel, s'effectue très facilement à l'état liquide, suivant la méthode indiquée précédemment par l'un de nous [1]. Cette méthode permet d'opérer, soit sous la pression atmosphérique, soit sous pression modérée, suivant le mode opératoire publié d'autre part [2].

Dans la présente Note, nous nous occuperons seulement de l'hydrogénation sous pression modérée, en donnant quelques exemples typiques.

Carbures incomplets. — L'hydrogénation du 1-octène

$$CH^2 = CH.(CH^2)^5 CH^3$$

se poursuit très bien à la température ordinaire. Le produit que nous avons employé était très impur et tenait seulement, d'après son indice d'iode, 60 pour 100 de produit pur, le reste étant vraisemblablement de l'octane. 100^g de ce produit distillant, entre 122°-124°, ont été mélangés avec 100^g d'alcool éthylique et 20^g de nickel *actif*. Le mélange est soumis à l'action de l'hydrogène, sous l'influence de l'agitation ; la pression tombe, en 1 heure 15 minutes, de 15^{kg} par centimètre carré à $8^{kg},5$. Ramenée à nouveau à 15^{kg}, la pression tombe finalement à 13^{kg} par centimètre carré. Le produit, débarrassé de l'alcool par lavage à l'eau, séché, rectifié, distille à 122°-124° sous 754^{mm}, point d'ébullition de l'octane normal. Son indice d'iode est nul.

Acide cinnamique et ses dérivés. — L'acide cinnamique, libre ou combiné, se prête particulièrement bien à l'hydrogénation. Dans le premier cas, employé en solution alcoolique, il présente l'inconvénient de dissoudre une certaine quantité de nickel et la solution devient verte, mais cela ne paraît pas gêner la marche de l'opération.

Deux essais ont été faits en utilisant 100^g d'acide, 200^g de solvant et 10^g de nickel *actif*. Le premier essai, fait en présence d'alcool amylique, a été

---

[1] André Brochet, *Comptes rendus*, t. 158, p. 1351.

[2] André Brochet, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. XV, p. 554.

effectué vers 100°. La chute de pression est très rapide puisque nous avons pu constater un vide partiel, après agitation, pendant trois quarts d'heure, de l'appareil préalablement chargé à 15^{kg} par centimètre carré. Après nouvelles charges, l'hydrogénation est achevée en une demi-heure. Le second essai pour lequel nous avons employé comme solvant l'alcool éthylique a été fait à froid. L'hydrogénation est plus lente et l'élévation de température insignifiante.

Avec le cinnamate de sodium en solution aqueuse, il n'y a pas dissolution du nickel et, toutes proportions gardées, l'hydrogénation s'effectue plus facilement qu'avec l'acide. 100^{g} de cinnamate sont délayés simplement dans 400$^{cm^3}$ d'eau et l'on ajoute 20^{g} de nickel *actif*. L'appareil est chargé à 15^{kg} par centimètre carré et soumis à l'agitation. La pression tombe en une demi-heure à 5, chargé à nouveau à 16, la pression tombe en une demi-heure à 7, puis reste stationnaire. L'hydrogénation est complète. La température s'est élevée rapidement de 13° à 21°, puis est restée stationnaire. Sans vider l'appareil, une nouvelle charge de cinnamate est ajoutée. Après avoir vérifié par une courte agitation l'activité du nickel, l'appareil est laissé au repos pendant 3 heures. La chute de pression insignifiante qui a été observée (un quart de kilogramme par centimètre carré) peut être partiellement attribuée à l'abaissement de température ou à une légère fuite. En agitant à nouveau l'appareil, l'hydrogénation s'effectue aussi rapidement que la première fois. Les liquides des deux opérations ont été filtrés, acidifiés et l'acide phénylpropionique est récupéré $C^6H^5.CH^2.CH^2.COOH$. Il fond à 47°.

Le cinnamate de méthyle $C^6H^5.CH = CH.COO.CH^3$ (174^{g}), additionné de 200^{g} d'alcool méthylique et de 20^{g} de nickel *actif*, s'hydrogène également très bien à froid. La pression tombe successivement de 15 à 7 en 1 heure, de 15 à 0 en 1 heure et demie, de 15 à 10 en une demi-heure pour devenir finalement stationnaire vers 8^{kg} par centimètre carré. Le phénylpropionate de méthyle est filtré et rectifié. Il bout à 237°-238°.

L'acide pipéronylacrylique $CH^2\left\langle\begin{matrix}O\,(1)\\O\,(2)\end{matrix}\right\rangle C^6H^3.CH = CH.CO^2H\,(4)$ (100^{g}), additionné de 800^{g} d'eau et de 20^{g} de nickel *actif*, s'hydrogène moins facilement que l'acide cinnamique. A l'état de liberté, l'action paraît insignifiante, même en opérant vers 65°. En ajoutant de la soude caustique (65$^{cm^3}$ de lessive à 36° B.) elle s'effectue très bien à la température ordinaire et s'active en chauffant légèrement. La solution filtrée, acidifiée, permet de récupérer l'acide phénylpropionique avec un rendement presque intégral (Éb. 171°-172° sous 11^{mm}-12^{mm}).

Composés cycliques à chaîne latérale allylique ou propénylique. — L'anéthol $(1)CH^3O.C^6H^4.CH = CH.CH^3(4)$, employé en nature ($200^g$) et additionné de nickel *actif* (20^g), s'hydrogène très rapidement vers 60°-80°. L'hydrogénation totale est effectuée en 1 heure, après quatre charges de quart d'heure en quart d'heure. La fin de la réaction est excessivement brusque et l'hydrogénation s'arrête à la chaîne latérale; il y a formation de *p*-méthoxypropylbenzène, $(1)CH^3O.C^6H^4.C^3H^7$ (Éb. 209°-211° sous 761^{mm}).

L'eugénol et le safrol, traités de la même façon que l'anéthol, sont hydrogénés dans les mêmes conditions de rapidité en donnant leurs dérivés dihydrogénés.

L'hydrogénation de l'isoeugénol a été effectuée à froid. La pression est tombée en 1 heure 15 minutes de 15^{kg} à 1^{kg} par centimètre carré, puis en 15 minutes de 14^{kg} à 12^{kg} pour atteindre finalement 10^{kg} par centimètre carré. La température s'est élevée de 15° à 23° pendant la première demi-heure pour descendre ensuite lentement. On obtient naturellement le même produit qu'avec l'eugénol. Dans les quatre derniers essais la réaction s'arrête donc, pour les conditions indiquées, à l'hydrogénation de la chaîne latérale.

On voit, d'après ces quelques exemples, la grande facilité avec laquelle s'effectue l'hydrogénation de la liaison éthylénique aliphatique, puisque dans un grand nombre de cas il n'est pas nécessaire de chauffer. On voit également que cette réaction est très générale.

GÉOLOGIE. — *Sur l'entraînement des terrains autochtones en dessous de la nappe de Morcles.* Note de M. **Maurice Lugeon**, transmise par M. Pierre Termier.

J'ai montré dans deux Notes antérieures [1] que la nappe de Morcles, la plus basse de la série helvétique, repose, par l'intermédiaire d'un coussinet de granite et de gneiss écrasés, sur l'autochtone. Lorsque cette lame de mylonite disparaît par étirement, c'est le Nummulitique normal ou renversé, puis l'Aptien renversé, qui viennent, tour à tour, recouvrir la série présumée en place.

[1] *Sur le tectonique de la nappe de Morcles et ses conséquences* (*Comptes rendus*, t. 155, 30 septembre 1912, p. 623). — *Sur l'ampleur de la nappe de Morcles* (*Comptes rendus*, t. 158, 29 juin 1914, p. 2029).

L'autochtone sédimentaire enveloppe d'un manteau continu, comme une grande voûte, les masses hercyniennes profondes formées par les gneiss dans lesquels s'enfonce un synclinal déjeté de Carbonifère et de Permien. Mais cet autochtone est loin d'être constant en épaisseur. Le manteau diminue de puissance du Nord vers le Sud. Il est intéressant de rechercher les causes de cet amincissement.

Ces causes sont au nombre de deux :

Il y a, çà et là, absence originelle, c'est-à-dire que, durant les temps qui ont précédé la transgression priabonienne, des érosions considérables ont décapé une partie de l'enveloppe. Plusieurs faits militent en faveur de cette manière de voir. Le Nummulitique normal repose stratigraphiquement sur le granite et le gneiss de la lame mylonitisée de base. Ce même terrain contient une lame de Trias enveloppée par des brèches tertiaires chargées de cailloux triasiques. Enfin, le Flysch du synclinal, accompagné par du calcaire nummulitique très réduit, transgresse successivement sur l'Hauterivien, le Valanginien et le Malm autochtones.

Il faut donc se représenter qu'avant le Nummulitique le massif des Aiguilles rouges et sa couverture autochtone formaient un plan incliné descendant vers le Nord. Cette surface fut pénéplainée, et, sur la pénéplaine, affleuraient successivement, du Nord vers le Sud, tous les terrains de l'Hauterivien jusqu'aux masses archéennes. Et tous ces terrains furent recouverts en discordance par les sédiments nummulitiques.

Déjà s'explique ainsi, par des raisons purement stratigraphiques, la disparition locale de plusieurs éléments de la série autochtone. Mais cela n'explique pas d'autres phénomènes, et autrement grandioses.

Une deuxième cause est venue troubler la tranquillité originelle de la série autochtone. *Celle-ci, sous l'énorme poids de la nappe en mouvement, a été entraînée vers le Nord, et ses éléments, inégalement déplacés, se sont accumulés dans les creux, tout comme le sable chassé par le vent s'accumule derrière les obstacles.*

Sachant ce qui a été enlevé par érosion dans cette série autochtone sédimentaire, nous voyons que, dans la partie plongeante septentrionale du massif cristallin, les calcaires du Malm s'empilent en formant les hauts escarpements qui dominent Saint-Maurice. Sur le sommet de la voûte que forme le massif cristallin, la série autochtone est étirée, réduite à quelques mètres. Et enfin, un autre phénomène plus péremptoire encore démontre le bien-fondé de l'hypothèse.

Le massif cristallin ancien est parcouru longitudinalement par un syn-

clinal houiller. Tout comme dans les pénéplaines actuelles, ce synclinal, constitué par des terrains plus tendres, formait une zone déprimée. Or dans cette zone, tout comme s'avance le tablier d'un pont, le Malm autochtone entraînant du calcaire triasique a marché, formant une énorme écaille sur le Malm resté en place dans le creux. Et, en arrière, je veux dire au Sud, il n'y a plus aucune trace de Malm dans la série autochtone. Tout a été arasé jusqu'au Trias et c'est surtout sur ce terrain que repose alors directement la nappe.

Il nous est donc aisé de nous représenter la marche de ce grand phénomène.

La série autochtone débute par des quartzites du Trias inférieur incrustés sur la surface pénéplainée des gneiss anciens. Ces quartzites sont restés en place. Mais sur eux reposent des roches particulièrement plastiques, schistes et calcaires magnésiens, recouverts directement, sauf près d'Arbignon où existe du Lias, par le calcaire callovien supportant l'énorme masse des calcaires du Jurassique supérieur.

Avant le plissement alpin proprement dit, c'est-à-dire avant la naissance tout au moins de la dernière nappe, dans l'espèce, la plus profonde, soit la nappe de Morcles, le massif cristallin s'est bombé, avec un sillon longitudinal déterminé par le Carbonifère sur le sommet de la vaste coupole.

C'est encore que, sous le poids énorme des nappes supérieures non encore détruites, s'est avancée en grande profondeur la nappe de Morcles. Rencontrant l'obstacle du massif cristallin, elle en a râpé la surface, bousculant la série autochtone qui s'est décollée presque immédiatement au-dessus des quartzites de base. Toutes les masses qui se trouvaient sur le versant sud du massif ont été arrachées. Et de fait, sur ce versant, on chercherait en vain un terme supérieur aux calcaires dolomitiques du Trias. Une colossale écaille d'esquille est venue se localiser dans l'angle creux décrit par le synclinal carbonifère. Sur le haut du massif, où la pression était moindre, parce que le mouvement d'écoulement était plus libre, la série autochtone est simplement étirée, le Malm réduit possède tout au plus 30^{m} de puissance. Et enfin sur le côté nord du massif, soit dans un angle protégé, la masse de l'autochtone est venue s'empiler comme ne pourrait le faire qu'une matière semi-plastique.

Ainsi donc, lorsque dans l'écorce terrestre des tranches énormes se meuvent sous des poids considérables, la plasticité du substratum devient telle que la série autochtone subit, elle aussi, des déplacements inégaux et variables. Ce phénomène, analogue à celui qui a produit les *lambeaux de*

poussée du bassin houiller franco-belge, avait été soupçonné dans le Jura par Buxtorf, puis dans les Alpes par Collet; il était possible de le déduire des coupes de Marcel Bertrand et de Ritter, mais la tranchée de 2500m de profondeur, ouverte par le Rhône entre Martigny et Saint-Maurice, le met en évidence d'une façon particulièrement saisissante.

GÉOLOGIE. — *Nouvelles observations sur la tectonique du vallon de Saint-Pons, près Gémenos (Bouches-du-Rhône).* Note [1] de M. **Émile Haug**, transmise par M. Pierre Termier.

Le vallon de Saint-Pons est une profonde entaille, creusée par l'érosion dans les nappes de la Sainte-Baume, à l'extrémité occidentale de la chaîne, c'est-à-dire à l'endroit où se produit un ennoyage général des couches vers le Sud-Ouest. Son étude détaillée permet de serrer de près les accidents tectoniques et de les figurer sur une carte à grande échelle, telle que l'esquisse ci-jointe au $\frac{1}{25000}$. A l'Est du ravin du Fauge, branche septentrionale du vallon, on peut observer la superposition des cinq séries suivantes, qui se succèdent du Nord au Sud :

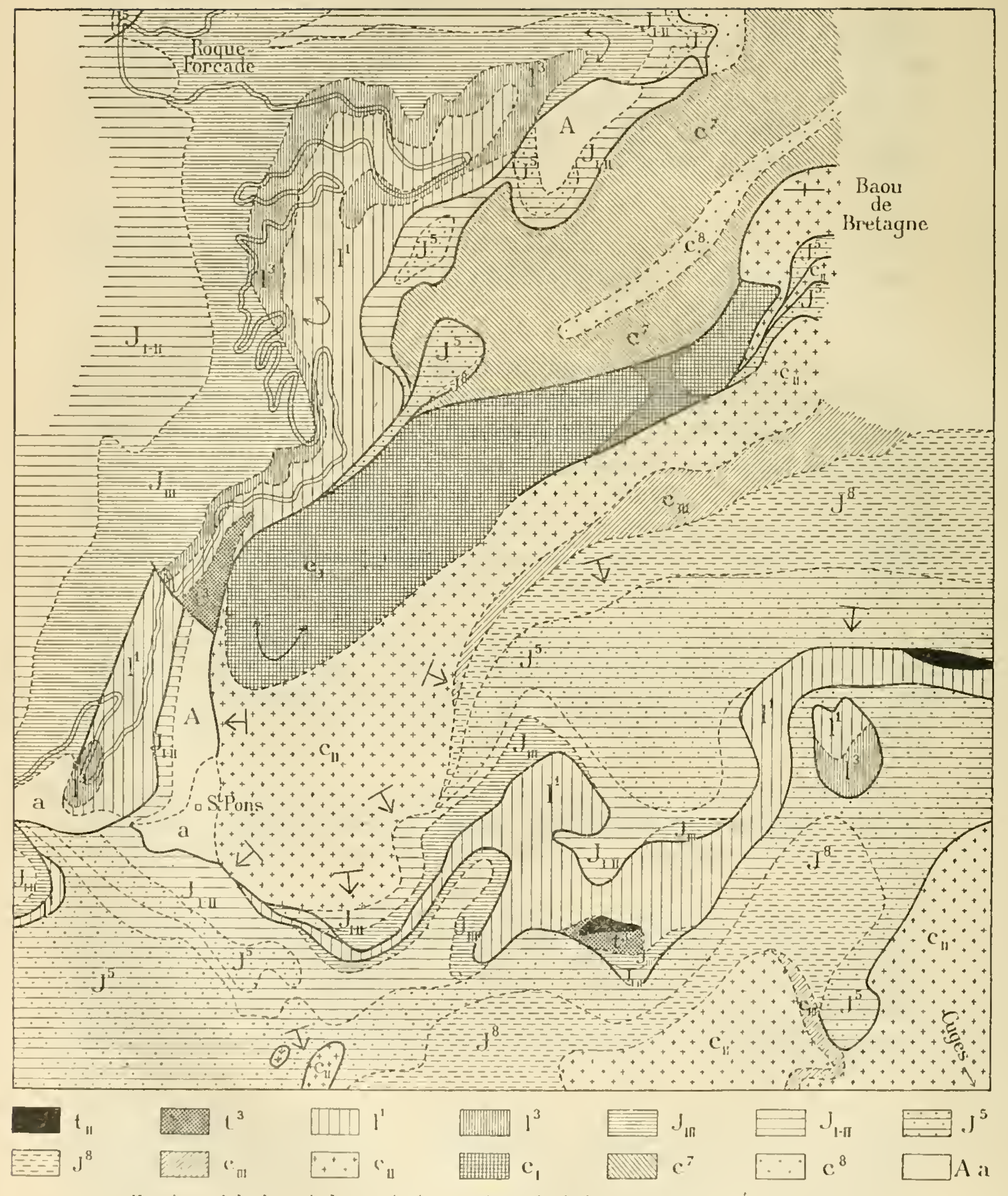
I. Une *série autochtone*, prolongeant celle du plateau du Plan-d'Aups, est constituée, dans le haut du ravin du Fauge, par des barres verticales, dirigées NE-SW. Elle présente une succession répétée de calcaires à Hippurites et de calcaires spathiques (c^7) et un synclinal de marnes à *Corbicula galloprovincialis* (c^8), qui vient aboutir à la Glacière.

II. Une *série renversée*, constamment séparée de la précédente par une surface de charriage, comprend tout le Jurassique à partir du Bathonien et tout l'Éocrétacé, avec un grand développement de l'Aptien, qui s'enfonce en tunnel sous une voûte d'Urgonien.

III. La *nappe de Riboux* est constituée par une série normale, allant du Trias moyen aux dolomies kimeridgiennes. Elle présente par places, soit à la base, soit au sommet, des traces d'un anticlinal couché. Sur la Carte ci-jointe ne figure que sa terminaison occidentale, où elle se trouve graduellement réduite à une lame étroite de dolomies hettangiennes, écrasée entre la terminaison périclinale de l'Urgonien renversé et la nappe suivante.

IV. La *nappe de Cuges* n'apparaît qu'à l'Ouest de cette localité. Elle est réduite d'abord aux dolomies et aux calcaires blancs du Jurassique supérieur, mais, plus à l'Ouest, elle se complète à la base par l'apparition des deux termes du Bathonien,

(1) Présentée à la séance du 6 juillet 1914.



Esquisse géologique de la terminaison occidentale de la Sainte-Baume. Échelle : 1/25000.

t_{II}, Muschelkalk; t^3, Marnes irisées; l^1, dolomies hettangiennes; l^3, Lias moyen et supérieur; J_{III}, Bajocien et Bathonien inférieur; $J_{I\text{-}II}$, Bathonien supérieur; J^5, dolomies kiméridgiennes; J^8, calcaires blancs; c_{III}, Hauterivien; c_{II}, Urgonien; c_I, Aptien; c^7, Santonien; c^8, marnes à *Corbicula galloprovincialis;* A, éboulis; *a*, alluvions et tufs calcaires.

en succession normale; plus loin encore, la barre de calcaires bathoniens (J_{I-II}) se dédouble par l'apparition d'un synclinal de dolomies kiméridgiennes (J^5).

V. Une *lame d'Urgonien*, souvent décollée de son substratum naturel et superposée directement aux dolomies, représente, à l'Ouest de Cuges, l'amorce d'une nappe beaucoup plus développée aux environs de Gémenos.

Il y a lieu, maintenant, de rechercher à laquelle de ces cinq nappes appartiennent les affleurements du versant occidental du ravin du Fauge. Il est évident que la série autochtone (I) et la série renversée (II) ne peuvent entrer en ligne de compte, puisque le fond du ravin coïncide précisément avec l'enfoncement de ces deux unités tectoniques sous les terrains plus anciens de la rive droite. Il en est de même de la nappe de Riboux, qui s'effile en pointe avant d'atteindre la petite plaine alluviale de Saint-Pons. Par contre, la barre inférieure de calcaires bathoniens de la nappe de Cuges (J_{I-II}) traverse le vallon à la hauteur de la ferme de Saint-Pons et se poursuit vers le Nord jusqu'au Trias de la Gypière. Elle passe facilement inaperçue, car elle est couronnée par les dolomies hettangiennes qu'entame le premier lacet de la route. Elle ne constitue pas le flanc inverse du pli de Roque-Forcade, comme je l'avais cru tout d'abord, car elle se trouve en position normale. Elle présente, en effet, à sa base, des affleurements de Bathonien marneux (J_{III}), qui apparaissent sous les éboulis dans le parc de Saint-Pons et ont malheureusement été omis sur l'esquisse ci-jointe. Au sud du vallon, une lame d'Infralias chevauche de même les dolomies kiméridgiennes de la nappe de Cuges et supporte les calcaires bathoniens du moulin de Saint-Pons, continuation évidente du grand escarpement bathonien qui surplombe à l'Ouest la nouvelle route et qui appartient au flanc normal du pli de Roque-Forcade. La nappe d'Urgonien (V), enfin, traverse le vallon de Saint-Pons entre le deuxième moulin et Gémenos.

Les terrains qui affleurent sur le versant occidental du ravin du Fauge occupent donc, par rapport aux autres éléments tectoniques, exactement la même position que la nappe de Cuges. Leur continuité primitive avec cette nappe est évidente, mais elle a été détruite par un chevauchement qui semble être en relation directe avec la poussée dirigée vers le Sud-Est, à laquelle il convient d'attribuer la formation du pli couché de Roque-Forcade.

Les contours figurés sur l'esquisse ci-contre ne peuvent laisser place à aucun doute sur l'existence et le sens du déversement de cet accident.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les irrégularités du vent.* Note de M. **P. Idrac**, présentée par M. Appell.

Des expériences en vue de mes études prochaines sur les conditions du vol à voile ont été faites cet hiver à l'Institut aérotechnique de Saint-Cyr. J'ai étudié les irrégularités du vent à diverses hauteurs, au moyen d'un anémomètre Robinson léger, porté par un cerf-volant très stable et relié électriquement à un enregistreur à déroulement rapide.

De la comparaison des diagrammes obtenus ([1]), il résulte que, dans le voisinage de l'Institut aérotechnique, les irrégularités du vent diminuent assez rapidement jusqu'à 120^m d'altitude environ, pour ensuite demeurer sensiblement stationnaires jusqu'à 300^m. L'allure du phénomène paraît donc indiquer que les irrégularités du vent s'étendent beaucoup plus haut qu'on ne le pensait en général. Nous comptons, l'hiver prochain, approfondir cette question en opérant à des altitudes plus élevées.

J'ai pu vérifier ([2]), au cours de ces expériences, que la traction du câble du cerf-volant monoplan employé était proportionnelle au carré de la vitesse du vent pour une hauteur donnée de l'appareil. Cette hauteur ne variant que très lentement, l'enregistrement de la traction fournit un excellent moyen d'étudier les irrégularités du vent. Ce procédé est très sensible : supérieur à ce point de vue à l'anémomètre Robinson, il est même comparable, quoique toutefois inférieur, aux tubes Pitot-Venturi employés si avantageusement par M. Maurain. Il faut toutefois, pour obtenir la sensibilité précitée, que la corde du cerf-volant soit sensiblement rectiligne; si la courbure devient trop prononcée, les irrégularités sont étouffées, de sorte qu'on ne pourrait employer ce mode de recherche pour comparer les irrégularités à diverses hauteurs un peu fortes.

J'ai enfin commencé une étude de la composante ascendante du vent au

---

([1]) Pour étudier ces diagrammes, je suis parti de ce fait que le quotient par la vitesse du vent de la variation moyenne par seconde de cette vitesse était un nombre sensiblement indépendant de la vitesse du vent. J'ai donc construit une courbe en portant en abscisses l'altitude et en ordonnées le quotient en question. Entre 120^m et 300^m, la courbe est sensiblement une parallèle à Ox, tandis qu'à 22^m (sommet de l'Institut), l'ordonnée a une valeur double.

([2]) Par comparaison des diagrammes enregistrés à l'anémomètre Robinson avec ceux obtenus simultanément par un dynamomètre enregistreur.

moyen d'un procédé analogue à celui décrit dans la Note du 20 octobre 1913 [1], mais en donnant au ballon une force ascensionnelle bien déterminée, ce qui restreint beaucoup les erreurs dues aux variations de température de l'atmosphère [2]. La distance du ballon à l'observateur, sa direction et sa hauteur au-dessus de l'horizon sont déterminées à intervalles de temps réguliers au moyen d'un petit théodolite portant une lunette télémétrique munie d'un prisme de Rochon. On peut ainsi déterminer la composante ascendante du vent à 10^{cm} près par seconde.

Les débuts de cette étude ont montré que les courants ascendants et descendants sont beaucoup plus fréquents qu'on ne pourrait le penser *a priori*. De semblables courants, de l'ordre de 1^m par seconde, s'observent couramment sur de grands espaces à 200^m ou 300^m d'altitude au-dessus des villes ou d'une campagne légèrement ondulée. Ils sont généralement dus, je crois, à la rencontre de courants horizontaux de directions légèrement différentes.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la représentation nomographique de la réduction du baromètre au niveau de la mer.* Note de M. **Julien Loisel**, transmise par M. J. Violle.

L'usage de nomogrammes ne s'est pas encore généralisé en Météorologie, bien que leur emploi faciliterait cependant de façon notable le travail de réduction des observations, tout en permettant de compter sur un degré d'exactitude devenu aussi indispensable que dans les autres sciences physiques.

En particulier, le calcul de la réduction du baromètre au niveau de la mer est susceptible d'être réalisé sous une forme très simple par l'emploi des nomogrammes à points alignés dus à M. d'Ocagne, qui ont rendu déjà tant d'importants services pour la solution de problèmes de Physique, de Mécanique et d'Astronomie appliquées.

---

(1) On observait alors la marche d'un petit ballon-sonde équilibré dans l'atmosphère et auquel était suspendu un corps noir dont la distance au ballon était connue; on déterminait, par photographie, sa distance à l'observateur et sa hauteur au-dessus de l'horizon.

(2) Le ballon étant élastique, les variations de pression sont sans influence.

La formule de Laplace peut, en effet, s'écrire sous la forme

$$z = (a + b\theta + cz) \log \frac{h_0}{h},$$

dans laquelle les lettres ont la signification suivante :

z, altitude de la station au-dessus du niveau de la mer;
h_0 et h, hauteurs barométriques observées aux stations inférieure et supérieure;
θ, moyenne arithmétique des températures de l'air aux deux stations;
a, b, c, constantes numériques que nous représentons par des lettres afin de simplifier l'écriture.

Si l'on pose

$$\frac{z}{a + b\theta + cz} = p, \tag{1}$$

la formule devient

$$\log \frac{h_0}{h} = p$$

ou encore

$$h_0 = h \cdot 10^p. \tag{2}$$

Pour obtenir la traduction nomographique de la formule (2), remarquons que la relation (1) s'écrit

$$b\theta p + z(cp - 1) + ap = 0. \tag{3}$$

Remplaçant, suivant le principe général indiqué par M. d'Ocagne, θ et z par leurs valeurs en fonction des coordonnées parallèles u et v définies par les relations

$$u = \mu_1 \theta,$$
$$v = \mu_2 z,$$

μ_1 et μ_2 étant des modules arbitraires, cette équation devient

$$bp\mu_2 u + \mu_1(cp - 1)v + \mu_1\mu_2 ap = 0,$$

d'où, pour les coordonnées cartésiennes des points de l'échelle p,

$$x = \delta \frac{p(\mu_1 c - \mu_2 b) - \mu_1}{p(\mu_1 c + \mu_2 b) - \mu_1},$$

$$y = -\frac{\mu_1\mu_2 ap}{p(\mu_1 c + \mu_2 b) - \mu_1}.$$

La graduation de cette échelle s'effectue immédiatement et un alignement simple donne p.

Le nomogramme I correspondant rentre dans le type canonique des équations représentables au moyen de trois échelles rectilignes dont deux peuvent être parallèles.

La valeur de p étant déterminée, on obtiendra le nomogramme de h_0 en transformant logarithmiquement l'équation (2), ce qui donne

$$\log h + p = \log h_0. \tag{4}$$

Faisant intervenir, comme précédemment, les coordonnées parallèles u et v déterminées par les conditions

$$u = \mu_1 \log h,$$
$$v = \mu_2 p,$$

μ_1 et μ_2 désignant encore deux modules arbitraires, l'équation (4), transformée en u et v, devient

$$\mu_2 u + \mu_1 v = \mu_1 \mu_2 \log h_0.$$

Les coordonnées cartésiennes des points de l'échelle h_0 sont alors

$$x = 0,$$
$$y = \frac{\mu_1 \mu_2}{\mu_1 + \mu_2} \log h_0.$$

Le nomogramme II représentatif rentre donc dans le même type que le précédent.

En résumé, l'ensemble des nomogrammes I et II fournit la représentation de l'équation (2). Ces nomogrammes étant construits, on obtiendra la valeur de h_0 de la manière suivante :

1° Un alignement joignant les valeurs de θ et de z sur le nomogramme I donnera la valeur de p;

2° Un alignement joignant les valeurs de h et de p sur le nomogramme II fournira h_0.

Par soustraction, on formera ensuite la différence $(h_0 - h)$, qui représente la valeur de la correction qu'il faut ajouter à la pression observée pour la réduire au niveau de la mer.

BOTANIQUE. — *Nouvelles contributions à la connaissance de la fleur des Fumariées et des Crucifères.* Note de M. O. Lignier, présentée par M. Guignard.

Dans deux Notes déjà anciennes ([1]), m'appuyant sur des données anatomiques, j'ai exposé une nouvelle interprétation de l'organisation florale des Fumariées et des Crucifères.

Depuis cette époque, de nouvelles et nombreuses observations m'ont apporté quelques résultats nouveaux et indiqué quelques modifications à faire dans ma première interprétation. Je compte exposer le tout ailleurs, en détail, mais je voudrais en donner ici un court résumé.

Chez les Fumariées, les fleurs sont axillaires, *fig.* 1, *A* et *B*; chez les

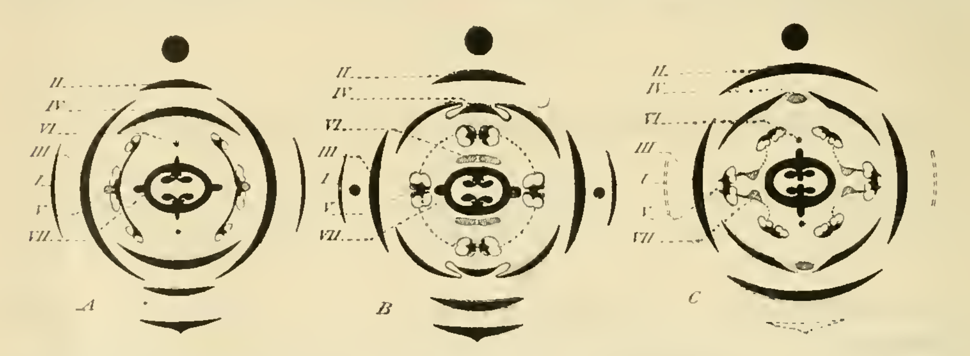


Fig. 1. — Diagrammes floraux des Fumariées, *A*: de l'*Hypecoum grandiflorum*, *B*: des Crucifères, *C*. — *I*, *II*, *III*, *IV*, *V*, *VI*, *VII*, verticelles successifs. Les hachures indiquent les régions glandulaires.

Crucifères, malgré l'absence presque constante de bractée axillante, elles ont également le caractère de fleurs axillaires, *C*.

Chez les deux familles, le bourgeon floral semble ne comprendre que sept verticelles, tous du type décussé. Le premier, I, normalement situé dans le plan droite-gauche, est presque toujours avorté; on ne l'observe encore que chez quelques Fumariées et chez quelques plus rares Crucifères; il est toujours fort réduit. Le dernier, VII, est représenté par deux carpelles, situés dans le plan droite-gauche et coalescents en un ovaire à placentation pariétale.

([1]) O. Lignier, *Explication de la fleur des Fumariées d'après son anatomie* (*Comptes rendus*, 9 mars 1896); *Explication de la fleur des Crucifères d'après son anatomie* (*Comptes rendus*, 16 mars 1896).

Il est bien vrai, ainsi que je l'indiquais précédemment, que, dans les deux familles, l'insertion vasculaire des pièces florales va *en s'élargissant des verticelles inférieurs aux verticelles supérieurs* et que, dans ces derniers, elle peut atteindre 180°, mais cela n'est tout à fait juste que pour les pièces du plan droite-gauche. Dans le plan antéro-postérieur, c'est plutôt l'inverse qui se produit. Ces particularités sont plus accentuées chez les Crucifères que chez les Fumariées.

Chez les deux familles, les pièces florales ont *tendance à la trilobation* et cette tendance, constatable dans les deux plans de symétrie, va également en s'accentuant dans les verticelles supérieurs; elle a même sa répercussion anatomique dans les carpelles. Mais elle peut être contrariée ou même annihilée, surtout dans le plan antéro-postérieur, par la *tendance à l'avortement* qui, elle, gagne de haut en bas, au-dessous de l'ovaire. Ici encore, les faits se manifestent avec plus d'intensité chez les Crucifères que chez les Fumariées.

Dans le plan droite-gauche et chez les Crucifères, *C* (*fig.* 1), la trilobation frappe fortement les verticelles VII (carpelles) et V (phalanges staminales) [1], tandis que chez les Fumariées, sauf l'*Hypecoum*, elle ne le fait d'habitude que faiblement. Dans le plan antéro-postérieur, le verticelle IV [2] est trilobé chez les Crucifères; parmi les Fumariées, il ne l'est que chez l'*Hypecoum B* et, encore, à un moindre degré.

Quant à l'avortement, chez les deux familles, il a annihilé le verticelle VI, dont il ne reste de traces que chez l'*Hypecoum grandiflorum*, *B* (*fig.* 1). Chez les Crucifères, *C*, il réduit en outre considérablement le lobe médian du verticelle IV (celui des pétales), quand il ne le fait pas également disparaître.

En ce qui concerne l'ovaire, chez les Fumariées, la trilobation est souvent uniquement anatomique, et les seuls stigmates différenciés au sommet des carpelles se trouvent dans le plan droite-gauche VII, *B*. Quelquefois cependant, cette trilobation s'y manifeste extérieurement par l'apparition de petits lobes stigmatiques marginaux des carpelles; ceux-ci sont alors coalescents deux à deux dans le plan antéro-postérieur au-dessus des placentas, *A*. Chez les Crucifères, *C*, elle s'accentue notablement en même temps qu'il se produit une prédominance des lobes placentaires. Le sommet du lobe médian cesse d'être stigmatique et même, presque toujours, de s'individualiser, les marginaux

(1) Chacune d'elles constituée par une étamine courte et deux étamines longues.

(2) Mes nouvelles recherches m'ont, en effet, démontré que les pétales diagonaux qui, je l'ai dit précédemment, représentent en réalité des lobes latéraux de pièces trilobées, ne dépendent pas des sépales transversaux comme je l'avais cru, mais bien de pièces trilobées qui sont superposées aux sépales médians et dont le lobe médian, souvent avorté, est d'autres fois représenté, soit par un gros mamelon glandulaire, soit même parfois par une colonne (*Diplotaxis*, *Brassica*, etc.).

fournissant au contraire des stigmates plus développés dans le plan antéro-postérieur et constituant même souvent, à eux seuls, toute la partie terminale du gynécée.

La glandulation est fréquente chez les deux familles, mais elle est surtout accentuée chez les Crucifères. Tandis que, chez les Fumariées, elle reste à peu près localisée sur les bases des pièces florales (régions couvertes de hachures des figures *A* et *B*), chez les Crucifères, elle atteint surtout le torus et y prend parfois une grande extension, *C*.

Les faits de trilobation, d'avortement et de glandulation rendent déjà la lecture des fleurs de Fumariées et surtout celle des fleurs de Crucifères excessivement difficiles, mais cette difficulté est encore augmentée par certaines particularités dues à l'accroissement intercalaire. Chez les deux familles, en effet, il est facile de constater que les pièces florales sont, surtout dans le plan droite-gauche, courbées vers le bas (plus ou moins gibbeuses et même parfois éperonnées). Or la cause qui produit cette particularité agit également sur le torus, surtout dans le plan droite-gauche, et le rend plus ou moins convexe vers le haut. Elle déplace ainsi les niveaux d'attache des pièces florales et même ceux de leurs lobes les uns par rapport aux autres, de telle sorte que le niveau réel de chacun d'eux devient très difficile à établir, même en employant les données anatomiques et en utilisant l'organogénie.

En tenant compte de toutes ces causes d'erreur, je suis arrivé à constater que l'organisation générale de la fleur est la même chez les Crucifères et chez les Fumariées. Le Tableau suivant y montre les particularités familiales :

Verticelles.	Plans.	*Fumariées* (*A* et *B*, *fig.* 1).	*Crucifères* (*C*, *fig.* 1).
I.	droite-gauche.	Petites bractées (ou avorté).	Avorté.
II.	antéro-postérieur.	Petits sépales médians.	Sépales médians.
III.	droite-gauche.	Grands pétales latéraux (gibbeux ou trilobés).	Sépales latéraux (souvent gibbeux).
IV.	antéro-postérieur.	Pétales médians (simples ou trilobés).	Pièce trilobée (avec lobe médian nul ou glandulaire et lobes latéraux pétaloïdes).
V.	droite-gauche.	Phalanges tristaminées (éperonnées ou glandulaires).	Phalanges tristaminées (étamines courtes et étamines longues avec glandes intercalées).
VI.	antéro-postérieur.	Avorté (des traces chez l'*Hypecoum grandiflorum*, *B*).	Avorté.

Verticelles.	Plans.	*Fumariées* (*A* et *B*, *fig.* 1).	*Crucifères* (*C*, *fig.* 1).
VII.	droite-gauche.	Carpelles latéraux trilobés (lobes médians stigmatés dans le plan droite-gauche; lobes latéraux individualisés anatomiquement et parfois stigmatés dans le plan antéro-postérieur).	Carpelles latéraux trilobés (lobes médians parfois encore libres au sommet mais toujours astigmatés; lobes latéraux très individualisés, parfois constituant, à eux seuls, le sommet de l'ovaire et toujours stigmatés dans le plan antéro-postérieur).

En résumé, les formules florales comparées des deux familles sont les suivantes :

Fumariées : $2(\text{ou } 0)\,B + 2S + 2P + 2E + 0\,E + 2C$
$= 2(\text{ou } 0)B + 2S + (2 + 2P) + (2 + 0)E + 2C.$

Crucifères : $0B + 2S + 2S + 2P + 2E + 0\,E + 2C$
$= 0\,B + (2 + 2)S + 2P + (2 + 0)E + 2C.$

BOTANIQUE. — *Sur la répartition des stomates dans les plantules de quelques graminées.* Note ([1]) de M. **Edgar Zaepffel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans les plantules de Graminées, la sensibilité héliotropique n'est pas uniformément répartie. Je me propose, dans cette Note, de montrer que, dans l'Avoine cultivée (*Avena sativa*) et dans le Blé (*Triticum vulgare*), d'une part, dans *Panicum altissimum* et *Paspalum stoloniferum*, d'autre part, le nombre des stomates varie, le long des plantules, comme la sensibilité héliotropique.

Les plantules étudiées se sont développées sur du papier buvard humide, à la température du laboratoire (16° à 18°), à la lumière, sous cloche de verre. Les stomates n'ont été recherchés que lorsque les cotylédons avaient achevé leur croissance.

Remarquons d'abord que, dans une plantule, les stomates font défaut sur l'axe hypocotylé et s'observent, au contraire, sur le cotylédon. Ils y sont répartis en deux séries accompagnant, chacune, l'un des deux faisceaux libéro-ligneux du cotylédon. Dans l'ensemble, pour chaque faisceau libéro-ligneux, les stomates sont situés sur une petite bande ne dépassant pas $0^{mm},4$ de largeur; ils y sont assez irrégulièrement disposés vers le sommet; en dessous, ils sont plus spécialement situés sur les bords. Les

([1]) Présentée dans la séance du 22 juin 1914.

cellules stomatiques se raccordent au tissu chlorophyllien qui est également localisé au voisinage des faisceaux libéro-ligneux.

J'ai compté, au microscope, les stomates de l'une des deux séries, dans chaque cotylédon étudié, en amenant successivement chaque portion de la série dans le champ du microscope. Ce champ mesurant $0^{mm},4$ de diamètre, j'ai noté les nombres de stomates de $0^{mm},4$ en $0^{mm},4$. Ce sont ces nombres qui figurent dans quelques-uns des Tableaux ci-dessous. Dans les autres Tableaux, les stomates ne sont comptés que de 2^{mm} en 2^{mm}.

Trois plantules d'Avoine et deux de Blé, développées à la lumière, m'ont donné, pour leurs cotylédons A, B, C et D, E, les nombres suivants :

	0^{mm}	0,4	0,8	1,2	1,6	2^{mm}	2,4	2,8	3,2	3,6	4^{mm}	4,4	4,8	5,2	5,6	6^{mm}
A...	1	7	5	3	2	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	0	1	0	
B...	1	5	$5\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	2	3	1	3	1	0	1	1	
C...	0	$5\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	2	3	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	1	1	2	0	2	0	

(Les stomates sont comptés, à partir du sommet, de $0^{mm},4$ en $0^{mm},4$, et pour les 6 premiers millimètres seulement.)

	0^{mm}	2	4	6	8	10^{mm}	12	14	16	18	20^{mm}	22	24	26	28	30^{mm}	32
A...	18	$7\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	3	2	0	0	0	0	0	0	0					
B...	18	10	6	6	2	0	0	0	0								
C...	15	9	5	6	6	4	4	3	4	0	0	0	0				
D...	38	16	10	13	$10\frac{1}{2}$	11	14	9	7	8	4	1	2	0	0	0	
E...	33	$11\frac{1}{2}$	$8\frac{1}{2}$	6	4	6	2	1	1	0	0	0	0	0	0		

(Les stomates sont comptés de 2^{mm} en 2^{mm}.)

$A = 24^{mm}$ $B = 17^{mm}$ $C = 25^{mm}$ $D = 32^{mm}$ $E = 30^{mm}$

L'examen de ces deux Tableaux montre que :

1° *Le nombre des stomates présente un maximum très net au sommet du cotylédon ;*

2° *Les stomates sont moins nombreux dans la région subapicale ;*

3° *Ils font défaut à la base du cotylédon.*

J'ai compté de même les stomates sur des cotylédons d'Avoine et de Blé ayant germé à l'obscurité. Les cotylédons sont plus longs que ceux des plantules développées à la lumière. Pour une Avoine F et un Blé G, le Tableau suivant donne le nombre des stomates, pour les vingt premiers millimètres :

	0^{mm}	2	4	6	8	10^{mm}	12	14	16	18	20^{mm}
F...	22	11	5	4	3	4	2	1	3	1	
G...	32	6	6	4	3	0	1	3	0	0	

(Les stomates sont comptés de 2^{mm} en 2^{mm}.)

$F = 50^{mm}$ $G = 50^{mm}$

Les conclusions relatives aux plantules d'Avoine et de Blé, ayant germé à la lumière, peuvent donc être étendues aux plantules développées à l'obscurité.

Dans le groupe des Panicées, les stomates font défaut, comme chez le Blé, l'Avoine, dans l'axe hypocotylé, et ne se rencontrent que sur le cotylédon. Ce dernier atteint la même taille à la lumière et à l'obscurité; l'axe hypocotylé est, au contraire, beaucoup plus long à l'obscurité.

Chez *Panicum altissimum*, deux germinations H, I, développées à la lumière, et une germination J, développée à l'obscurité, chez *Paspalum stoloniferum*, une germination K, développée à la lumière, m'ont fourni les nombres suivants :

	0mm	0,4	0,8	1,2	1,6	2mm	2,4	2,8	3,2	3,6	4mm	4,4	4,8	5,2	5,6	6mm
H...	2	5	5	2	3	1	5	3	3	4 ½	2 ½	2	1			
I....	4	5	2	4 ½	1 ½	3	4 ½	2 ½	3	2 ½	3 ½	4	3	2	2	
J....	4	3	2	4	4	1	3	4	4	1	2	1	1			
K...	1	3	1	1	0	2	1	1	1	1	1	2	1			

(Les stomates sont comptés de $0^{mm},4$ en $0^{mm},4$.)

$H = 5^{mm},2$ $I = 6^{mm}$ $J = 5^{mm},2$ $K = 5^{mm},2$

Le Tableau précédent montre que, chez les Panicées :

1° *Les stomates existent sur toute la longueur du cotylédon ;*

2° *Leur nombre ne présente pas de maximum vers le sommet.*

En résumé, chez les Graminées étudiées, *les stomates font défaut dans l'axe hypocotylé*, région incapable de perception héliotropique.

Dans les cotylédons d'Avoine, de Blé, *les stomates sont abondants à l'extrémité*, région de grande sensibilité héliotropique. *Des stomates s'observent encore, mais bien moins nombreux, dans la région subapicale*, région ne possédant qu'une faible capacité de perception.

Dans les cotylédons de *Panicum*, de *Paspalum*, *les stomates existent sur toute la longueur*; or, le cotylédon est entièrement sensible à la lumière.

On peut donc conclure que, dans les Graminées étudiées, *l'abondance des stomates, dans les jeunes plantules, correspond au degré de sensibilité héliotropique.*

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la nicotine dans les sous-produits de la culture du tabac.* Note de MM. **E. Chuard** et **R. Mellet**, présentée par M. Th. Schlœsing fils.

L'étude entreprise par nous, en 1911, sur la variation de la proportion de nicotine dans les divers organes de la plante de tabac au cours de son développement [1], nous avait permis de constater que les déchets de la culture, telle qu'elle est pratiquée en Suisse, contiennent une quantité notable d'alcaloïde (sommités et bourgeons axillaires avant la récolte des feuilles, tiges, racines et repousses après celle-ci). Ces déchets, traités à l'état vert, pour éviter la perte de nicotine qu'entraîne la dessiccation, constituent donc une source importante pour la préparation des solutions titrées utilisées comme insecticide.

Nous nous sommes demandé s'il n'était pas possible, en modifiant d'une manière convenable le mode de culture et le traitement ultérieur des plantes après la récolte, d'augmenter le rendement en nicotine de ces sous-produits sans porter préjudice à la qualité et à la quantité du produit principal (tabac manufacturé). Il nous a paru que le but proposé pouvait être atteint essentiellement par trois moyens différents, à savoir :

1° Laisser grandir les bourgeons axillaires au lieu de les enlever au fur et à mesure;

2° N'enlever à la récolte que les grandes feuilles, et laisser en terre les troncs munis de tous les bourgeons nouvellement formés;

3° Traiter au nitrate de soude les plantes ainsi partiellement dépouillées.

Nous avons donc entrepris en 1913 une nouvelle culture, dans le but d'étudier ces différents points.

Les plantes, cultivées d'abord selon la même méthode que précédemment (semis le 26 avril, repiquage le 13 mai, façon au sol le 28 mai, écimage à partir du 30 juillet), ont été ensuite réparties en deux lots, traités comme suit :

Premier lot. — Individus soumis à l'ébourgeonnage habituel jusqu'à la récolte.

Deuxième lot. — Individus non ébourgeonnés.

---

[1] E. Chuard et R. Mellet, *Journ. suisse de Chimie et Pharmacie*, 1912, p. 470 et *Comptes rendus*, t. 155, p. 293.

Au moment de la récolte (8 septembre), dix plantes entières de chaque espèce furent arrachées.

Le premier lot fut alors divisé en quatre nouveaux, traités de la façon suivante :

Troisième lot. — Troncs complètement mis à nu, sans nitrate.

Quatrième lot. — » » avec nitrate.

Cinquième lot. — Troncs dépouillés seulement des grandes feuilles, sans nitrate.

Sixième lot. — » » » avec nitrate.

Le 8 novembre, premier jour de froid, dix plantes entières de chaque lot furent arrachées.

Les échantillons destinés à l'analyse furent prélevés avec beaucoup de soin, de sorte que les quantités de nicotine trouvées sont des valeurs moyennes pour dix plantes de chaque espèce.

Tous ces échantillons ont été analysés, comme précédemment, à l'état vert. Dans le but de connaître non seulement la teneur relative en alcaloïde, mais aussi la teneur absolue des individus et de leurs divers organes, les quantités de nicotine trouvées dans la matière verte ont été non seulement rapportées à 100 parties de matière sèche, mais aussi calculées par individu.

Voici les principaux résultats obtenus :

	Nicotine pour 100.				Nicotine (gramme par individu).				
Échantillons du 8 septembre.	Feuilles.	Bourgeons.	Tiges.	Racines.	Feuilles.	Bourgeons.	Tige.	Racine.	Plante entière.
Ébourgeonnés	3,04	1,44	0,59	0,86	1,166	0,296	0,207	0,222	1,891
Non ébourgeonnés	1,51	1,18	0,45	0,80	0,408	0,529	0,181	0,187	1,305
Échantillons du 8 novembre.	Repousses.	Tiges.	Racines.			Repousses.	Tige.	Racine.	Plante entière.
Complètement dépouillés, sans nitrate.	1,67	0,48	0,36			0,191	0,140	0,101	0,432
» » avec nitrate.	1,50	0,66	0,42			0,332	0,271	0,136	0,739
Partiellement dépouillés, sans nitrate.	1,80	0,49	0,57			0,544	0,213	0,185	0,942
» » avec nitrate.	1,92	0,54	0,35			0,912	0,222	0,150	1,284

Sans nous arrêter ici sur les conclusions que l'on peut tirer de ces chiffres au point de vue purement scientifique de la formation et de la migration de la nicotine, nous ne relèverons que les constatations relatives au but proposé (augmentation du rendement en nicotine des sous-produits) :

1° Les plantes non ébourgeonnées sont, dans leur ensemble, de moins bons producteurs d'alcaloïde, indépendamment du sérieux préjudice causé, par défaut d'ébourgeonnage, au rendement et à la qualité du produit principal.

2° Le rendement en nicotine des individus laissés en terre, après la récolte, avec les petits bourgeons récemment formés à l'aisselle des grandes

feuilles, est très sensiblement supérieur à celui des individus complètement dépouillés.

3° Le traitement au nitrate de soude ne modifie pas d'une façon régulière la teneur relative des différents organes de la plante, mais augmente la production absolue d'alcaloïde par individu, en favorisant la croissance. Le nitrate n'est donc pas un producteur direct de la nicotine (A. Mayer).

Nous concluons, par conséquent, qu'il serait désavantageux, même au point de vue de la production de nicotine, de laisser grandir les bourgeons axillaires formés avant la récolte, au lieu de les enlever au fur et à mesure, mais que le rendement des sous-produits utilisables ultérieurement (selon le mode de culture pratiqué en Suisse) peut être sensiblement surélevé, en traitant au nitrate de soude les plantes laissées en terre après la récolte des grandes feuilles et dépouillées exclusivement de ces dernières.

BIOLOGIE. — *Corrélation entre la mortalité des Ailanthes* (Ailanthus glandulosa *Desf.*) *et la disparition du Bombycide* (Samia Cynthia *Drury*), *son hôte*. Note [1] de M. **J. Künckel d'Herculais**, présentée par M. Edmond Perrier.

L'Ailanthe a été introduit en Europe en 1751 par le P. d'Incarville. Ce n'était pas sans motif; car dès 1740 il avait adressé au Cardinal Fleury un Mémoire sur les vers à soie que les Chinois élèvent en plein air sur le Frêne puant (nom chinois de l'Ailanthe) dans la pensée « d'enrichir la France d'une nouvelle espèce de soie ». 116 ans s'écoulent, le P. Fantoni reprend l'œuvre oubliée, il envoie des cocons à Turin en 1856; les papillons paraissent, s'accouplent et pondent; leurs œufs éclosent, les chenilles s'élèvent et filent, des cocons sont expédiés à Guérin-Méneville qui, le 5 juillet 1858, peut montrer, à l'Académie des Sciences, des cocons, des papillons et des œufs du Bombycide. Il ne craint pas d'écrire : « Les produits du ver à soie de l'Ailanthe par leur bon marché et leur solidité deviendront certainement le principal vêtement du peuple.... » La voix de Guérin-Méneville est entendue; partout en France et à l'étranger, on plante des Ailanthes et l'on élève le nouveau ver à soie.

Ces élevages ont une conséquence inattendue; des éducations faites à l'air libre au bois de Boulogne, à Vincennes, s'échappent des papillons qui, guidés par leur sens olfactif, trouvent les Ailanthes disséminés; à partir de 1864, de tous côtés, à Paris comme en province, on signale des captures. Les naturalistes n'hésitent pas à dire qu'il ne s'agit pas d'une *acclimatation*, mais d'une véritable *naturalisation*. Aujourd'hui un doute s'élève sur la stabilité de ces naturalisations réciproques? En

(1) Présentée à la séance du 6 juillet 1914.

beaucoup d'endroits on peut observer le dépérissement et la mortalité des Ailanthes; de bien des côtés, on signale la diminution du nombre des *Attacus Cynthia* et même leur disparition.

L'attention appelée, voici mes observations. Sur les côteaux de la rive droite de la Seine, depuis Conflans-Sainte-Honorine jusqu'à l'embouchure de l'Oise, poussent des Ailanthes, les vieux arbres comme les jeunes sujets sont morts, les survivants portent des branches mortes. A quelle cause attribuer cette déchéance? Depuis plusieurs années, j'avais reconnu, en fouillant le sol au pied d'un Ailanthe mâle de mon jardin, l'existence sur ses racines et ses radicelles d'excroissances galliformes ou tubériformes souvent volumineuses. Ayant constaté que ces croissances n'avaient des galles que les apparences sans en avoir les caractères et que, par conséquent, elles n'étaient pas l'œuvre d'un insecte, je supposais qu'elles étaient produites par une bactérie, comme cela a lieu chez les Légumineuses, les Bétulacées, les Éléagnacées, les Myricacées, etc. Je pensais que grâce aux botanistes je pourrais déterminer la nature et la cause de leur production.

M. Houard, fort compétent en matière de galles et de leurs générateurs, consulté, m'apprit que l'existence des excroissances des racines de l'Ailanthe avait été constatée dès 1894, dans le Jardin botanique d'Erlangen, par E. Andreæ et en 1910, près d'Alençon, par M. Lemée; ce dernier rapporte « qu'il a été extrait, au pied d'un Vernis du Japon, près de $0^{m^3},5$ de ces déformations *qui en avaient amené le dépérissement* ».

L'*Inaugural-Dissertation* de E. Andreæ est une étude complète qui nous éclaire sur leur structure et leur développement. Comme nous, il avait tenté de leur attribuer une origine bactérienne; mais ses recherches le conduisirent à une autre conclusion : « les renflements radiculaires de l'*Ailanthus glandulosa* sont de nature végétative et non parasitaire, leur structure anatomique permet de les considérer comme des loupes ou broussins dont le développement serait dû à la prolifération de bourgeons additionnels ».

Les botanistes français auxquels j'avais remis des échantillons, MM. Houard, Fœx, Vuillemin, émirent des opinions confirmatives, mais ne purent se prononcer sur la cause de la genèse de ces excroissances radiculaires. Je ferai remarquer que leur formation étant en rapport avec le drageonnement et résultant de l'entassement de bourgeons avortés, il est rare qu'elles donnent naissance à des tiges. Puisqu'elles sont la conséquence d'un arrêt de développement, ne sont-elles pas la manifestation d'un état morbide des Ailanthes?

En même temps, je m'étais aperçu que les chenilles de l'*Attacus Cynthia*, qui se nourrissaient des feuilles des Ailanthes dépérissant, étaient malades; les dernières que je vis, au lieu d'évacuer des fèces solides, ne rejetaient que des matières liquides; bientôt je les trouvais mortes, retenues par les crochets de leurs pattes membraneuses, le corps flasque et pendant. Depuis lors je n'ai ni aperçu de cocons suspendus aux branches, ni vu voler de papillons.

A l'état de nature, les larves des insectes et les insectes eux-mêmes peuvent être atteints par des affections septicémiques (Metschnikoff, 1879; Balbiani, 1886; Krasilshtshik, 1893; etc.); des chenilles d'espèces indigènes de Lépidoptères sont décimées par des maladies bacillaires; une observation récente (1913), faite sur l'*Arctia caja* par MM. F. Picard et G.-R. Blanc, en fait foi. Les origines et les causes du développement de ces affections ne sont pas encore définies, mais dans le cas des chenilles de l'Ailanthe, il nous paraît plausible d'attribuer les atteintes morbides à la consommation de feuilles d'arbres dépérissants, celle-ci constituant une alimentation appauvrie de ses principes nutritifs.

Je citerai à ce sujet les résultats désastreux des éducations d'Acridiens *Schistourca peregrina* Olir. et *S. americana* Drur. que je fis à Alger et à Buenos-Aires lorsque je leur donnai comme nourriture des feuilles de plantes étiolées; ces Acridiens, au lieu de déjections solides, n'émettaient que des matières liquides; les survivants étaient des sujets malformés et décolorés, atteints d'une maladie, le plus souvent mortelle, l'autopsie révélait dans leur tube digestif la présence de nombreux bacilles.

Des observations précédentes on peut tirer deux conclusions : 1° le dépérissement des Ailanthes a une répercussion sur l'existence des chenilles de *Attacus Cynthia* qui se nourrissent de leur feuillage et détermine ainsi la rareté des papillons; 2° un arbre, l'Ailanthe, introduit en Europe depuis 150 ans et un Lépidoptère Bombicide vivant en liberté depuis 50 ans, considérés comme naturalisés, sont frappés de déchéance; la maladie et la mort de l'un entraînent la maladie et la disparition de l'autre.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Synthèse biochimique des monoglucosides β des glycols méta et paraxyléniques.* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **Al. Ludwig.**

Les glycols employés dans nos recherches ont été obtenus en partant du métaxylène et du paraxylène. On a d'abord préparé les bibromures de ces composés :

$$C^6H^4\begin{cases}CH^2Br\\CH^2Br\end{cases}.$$

Pour le bibromure paraxylénique, on a suivi les indications de Grimaux, c'est-à-dire qu'on a fait tomber le brome goutte à goutte dans le carbure bouillant [1]. Pour le bibromure métaxylénique, on a fait arriver, dans le carbure également porté à l'ébullition, le brome à l'état de vapeur entraînée par un courant d'acide carbonique. Les bibromures, purifiés par cristallisations, ont été ensuite saponifiés au réfrigérant ascendant par une solution de carbonate de potassium renfermant 1^{mol} de ce sel [2].

Le glycol métaxylénique est cristallisé en aiguilles fusibles vers 46°-47°; il est très soluble dans l'eau et dans l'éther acétique. Le glycol paraxylénique est constitué par de longues aiguilles fondant à 115°-116° (les auteurs donnent 113°), peu solubles dans l'eau. Ces deux glycols possèdent une saveur amère.

Monoglucoside β du glycol m-xylénique (m-phtalique). — La synthèse biochimique de ce glucoside a été réalisée à l'aide du mélange suivant abandonné à la température du laboratoire : glycol *m*-xylénique, 48^g; eau, 32^g; glucose, 10^g; acétone, quantité suffisante pour faire 200^{cm^3}; émulsine, 2^g.

Une portion seulement du glucose était entrée en solution.

Comme il ne s'agissait que d'obtenir une petite quantité de glucoside, on n'a pas attendu la fin de la réaction et, après 30 jours, on a filtré et distillé pour retirer l'acétone. Pour enlever le glycol libre, on a traité la solution à plusieurs reprises par l'éther ordinaire; puis le liquide résiduel a été porté quelques minutes à l'ébullition,

---

(1) Ed. Grimaux, *Sur les glycols aromatiques* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 4e série, t. XXVI, 1872, p. 345).

(2) Albert Colson, *Recherches sur les substitutions dans les méthylbenzines* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. VI, 1885, p. 112).

de façon à chasser toute trace d'éther. On a alors laissé refroidir, étendu convenablement avec de l'eau et ajouté de la levure. La fermentation terminée, on a filtré, porté à l'ébullition en présence d'une petite quantité de carbonate de calcium et filtré de nouveau. Le liquide, qui occupait un volume de 300^{cm^3}, accusait une rotation de $-24'$ ($l=2$). On l'a évaporé à sec sous pression réduite; on a repris le résidu à deux reprises par l'éther acétique bouillant en en employant chaque fois 500^{cm^3}. Les liquides éthéro-acétiques ayant été concentrés, il s'est séparé un produit huileux qui n'a pas tardé à se changer en cristaux. Il y en avait environ $0^g,800$, qu'on a purifiés par cristallisation directe dans une petite quantité d'éther acétique bouillant.

Le glucoside cristallisé est en très fines aiguilles; il est très soluble dans l'eau, assez difficilement soluble dans l'éther acétique; il est légèrement amer. Chauffé dans un tube capillaire, il se ramollit et fond vers 85°-95°. Maintenu à 100°, il perd peu à peu 6,15 pour 100 de son poids.

Il est lévogyre et, à l'état anhydre, son pouvoir rotatoire $\alpha_D = -46°,86$ ($p=0,196$; $v=11^{cm^3},25$; $l=2$; $\alpha=-1°38'$).

Il ne réduit pas la liqueur cupro-potassique.

Il est hydrolysé par l'acide sulfurique étendu bouillant et par l'émulsine.

1° On a fait une solution aqueuse renfermant, pour 100^{cm^3}, $0^g,871$ de glucoside desséché à 100° et 3^g de SO^4H^2, qu'on a maintenue en tube scellé dans un bain-marie bouillant pendant 8 heures. La solution refroidie accusait une rotation de $+31'$ ($l=2$); elle contenait $0^g,500$ de glucose pour 100^{cm^3}.

2° Une autre solution, renfermant seulement $0^g,871$ de glucoside pour 100^{cm^3}, a été additionnée d'émulsine et, au bout de 2 heures, la rotation était passée à droite, atteignant $+32'$; la quantité de glucose formé a été trouvée égale à $0^g,482$. 14 heures plus tard, la rotation n'avait pas changé.

Il résulte de ce qui précède que le glucoside formé est un monoglucoside. La théorie indique en effet que, pour l'hydrolyse complète du monoglucoside du glycol xylénique, effectuée dans les conditions ci-dessus, on devrait aboutir à une rotation de $+32',9$ et à une proportion de glucose égale à $0^g,522$. Pour un diglucoside, ces valeurs seraient : $+42',7$ et $0^g,678$. Il en résulte également que ce glucoside cristallise avec une molécule d'eau, soit 6 pour 100 (diminution de poids constatée : 6,15 pour 100).

Monoglucoside β du glycol p-xylénique (p-phtalique). — L'opération a été effectuée avec le mélange suivant : glycol *p*-xylénique, 24^g; eau, 24^g; glucose, 8^g; acétone, quantité suffisante pour faire 200^{cm^3}; émulsine, 2^g.

Ici les proportions de glycol et d'eau sont égales. Comme dans l'expérience précédente, le glucose n'était dissous qu'en partie.

Au bout de 28 jours, on a arrêté la réaction et traité le mélange comme on a fait

pour la séparation du glucoside méta; on a enlevé l'acétone par distillation et le glycol à l'aide de l'éther, puis on a détruit le glucose à l'aide de la levure. Le liquide restant (120^{cm^3}) accusait alors une rotation de $-45'$.

Après évaporation à sec, on a repris le résidu à deux reprises par l'éther acétique bouillant, en employant chaque fois 100^{cm^3} de ce dissolvant. Par concentration à un faible volume, le glucoside a cristallisé. On en a retiré $0^g,860$ qu'on a purifié par une nouvelle cristallisation.

Ce glucoside se présente sous la forme de lamelles prismatiques légèrement amères, ne renfermant pas d'eau de cristallisation, fondant au tube capillaire à 157°-158° (non corr.) et au bloc Maquenne à 159°-160°. Il est lévogyre avec un pouvoir rotatoire $\alpha_D = -50°,47$ ($p = 0,260$; $v = 11^{cm^3},25$; $l = 2$; $\alpha = -2°20'$).

Il ne réduit pas la liqueur cupro-potassique.

Il est hydrolysé par l'acide sulfurique étendu bouillant et par l'émulsine.

1° On a fait une solution aqueuse renfermant, pour 100^{cm^3}, $1^g,1555$ de glucoside et 3^g de SO^4H^2, qu'on a maintenue en tube scellé, pendant 8 heures, dans un bain-marie bouillant. Après refroidissement, le liquide accusait une rotation de $+41'$. (Théorie pour un monoglucoside : $+43'$.)

D'autre part, 10^{cm^3} d'une solution aqueuse renfermant $0^g,10$ de glucoside et $0^g,30$ de SO^4H^2 ont été chauffés pendant 8 heures en tube scellé au bain-marie bouillant; il s'était formé $0^g,0587$ de glucose. (Théorie pour un monoglucoside : $0^g,060$.)

2° A une solution renfermant $1^g,1555$ du glucoside pour 100^{cm^3}, on a ajouté de l'émulsine. La rotation a passé de gauche à droite et s'est arrêtée à $+42'$.

Le glucoside obtenu avec le glycol *p*-xylénique est donc aussi un monoglucoside.

La séance est levée à 16 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 juillet 1914.

Association géodésique internationale. *Rapport général sur les travaux du Nivellement général de la France, de 1909 à 1912 inclus. — Rapport général sur les Nivellements de précision exécutés dans les cinq parties du monde. — Note sur la mesure de la précision des nivellements et projet de création d'une nouvelle catégorie de nivellements dits de haute précision. — Note complémentaire sur l'élasticité du globe terrestre*, par Ch. Lallemand, Membre de l'Institut. (Extr. des *Comptes rendus de l'Association géodésique internationale :* Conférence de Hambourg, septembre 1912.) Leyde, E.-J. Brill, 1914; 1 fasc. in-4°. (Hommage de M. Ch. Lallemand.)

1814-1914. *Aperçu historique sur l'activité des savants genevois au* XIXe *siècle*, par Émile Yung, Correspondant de l'Institut. (Extr. de *Genève-Suisse*, le Livre du Centenaire.) Genève, A. Jullien, 1914; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Les Poissons du bassin du Tchad, par Jacques Pellegrin. Paris, Émile Larose, 1914; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Microbiologie agricole, par Edmond Kayser; 3e édition, revue et augmentée. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1914; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Guignard.)

Les âges. Daâh le premier homme, par Edmond Haraucourt. Paris, Ernest Flammarion, s. d.; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Edmond Perrier. Hommage de l'auteur.)

A treatise on differential equations, by A.-R. Forsyth; fourth edition. Londres, Macmillan et Cie, 1914; 1 vol. in-8°.

Compte rendu annuel des travaux exécutés par le Service géographique de l'Indo-Chine; année 1913. Hanoï-Haïphong, Imprimerie d'Extrême-Orient, 1914; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Rouen; 42e année, n° 1, janvier-février 1914. Rouen, J. Girieud; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Commission météorologique du département de la Haute-Garonne; t. III, 1er fascicule, 1911. Toulouse, Édouard Privat, 1913; 1 fasc. in-4°.

Gazette médico-pharmaceutique d'Orient; 1re année, n° 8, 15 juin 1914. Constantinople, Stamboul, Gulbenkian Han; 1 fasc. in-8°.

Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino; t. XLIX, disp. 1-7, 1913-1914. Turin, Fratelli Bocca, 1914; 7 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société roumaine des Sciences; 23e année, nos 1 et 2, janvier-avril 1914. Bucarest, 1914; 1 fasc. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 JUILLET 1914.

PRÉSIDENCE DE M. P. APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le dédoublement catalytique de l'acide benzoïque.* Note [1] de MM. **Paul Sabatier** et **A. Mailhe.**

L'action de la chaleur sur les acides organiques monobasiques tend à les détruire selon deux réactions principales :

$$\text{(1)} \qquad R.COOH = CO^2 + \underset{\text{hydrocarbure}}{\underline{R.H}}$$

et

$$\text{(2)} \qquad 2(R.COOH) = CO^2 + H^2O + \underset{\text{acétone}}{\underline{R.CO.R}}.$$

La réaction (2), transformation en acétone symétrique, est difficile à réaliser avec les acides seuls, parce qu'elle n'a lieu qu'à des températures élevées où l'acétone formée subit une décomposition plus ou moins complète. Au contraire, elle est, dans un grand nombre de cas, facilement atteinte par l'emploi de catalyseurs convenables qui abaissent beaucoup la température du dédoublement : c'est ce qui a lieu au contact d'oxyde de thorium (Senderens), d'oxyde manganeux [Sabatier et Mailhe [2]], etc., pour les divers acides forméniques, même de haute richesse carbonée, et pour les acides aryliques, tels que l'acide phénylacétique ou l'acide hydro-cinnamique où le groupe carboxyle n'est pas en relation immédiate avec le noyau aromatique.

---

[1] Reçue à la séance du 13 juillet 1914.

[2] Paul Sabatier et A. Mailhe, *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 985.

La réaction (1), production d'hydrocarbure, paraît être, au contraire, la réaction fondamentale du dédoublement des acides aryliques où le carboxyle confine au noyau, et dont l'*acide benzoïque* constitue le type le plus simple. Elle est extrêmement aisée avec les *acides ortho* ou *paraoxybenzoïque*, et surtout avec les acides *dioxy* et *trioxybenzoïques*, qui peuvent la fournir, même quand on les chauffe avec de l'eau en tube scellé.

Mais elle n'a lieu que difficilement dans le cas de l'acide benzoïque, qui n'est atteint par la chaleur seule qu'au rouge et fournit alors, au lieu de benzène, surtout du *diphényle* ([1]).

La présence d'un alcali, capable de se combiner avec l'anhydride carbonique, favorise beaucoup le dédoublement en benzène, effectivement réalisé par Mitscherlisch en calcinant l'acide benzoïque avec de la chaux et par Barth et Schreder en le calcinant avec de la soude caustique ([2]).

On sait d'ailleurs depuis longtemps que le *benzoate de calcium*, soumis à la distillation sèche vers le rouge sombre, se détruit régulièrement en carbonate de calcium et *benzophénone;* c'est un mode fréquemment usité pour la préparation de cette dernière.

Contrairement aux prévisions que suggérait cette dernière réaction, la présence de catalyseurs avait paru être à peu près inefficace pour faciliter et orienter le dédoublement pyrogéné de l'acide benzoïque. Ses vapeurs, dirigées à 450° sur une traînée d'oxyde de thorium, ne subissent qu'une décomposition minime. Nous avons trouvé antérieurement une confirmation de cette stabilité dans le mode de destruction des éthers benzoïques, que l'oxyde de thorium, au-dessus de 400°, scinde régulièrement en carbure éthylénique et en acide indécomposé ([3]).

Nous avons étudié l'action exercée par les divers catalyseurs sur des vapeurs d'acide benzoïque à des températures voisines de 550°. Un courant lent d'anhydride carbonique traversait par barbotement l'acide benzoïque maintenu liquide à une température inférieure à son point d'ébullition (250°) et entraînait ses vapeurs sur une traînée du catalyseur convenablement chauffé.

1° Un certain nombre d'oxydes anhydres, bons catalyseurs des alcools ou des acides, sont dans ces conditions à peu près inactifs vis-à-vis des vapeurs d'acide benzoïque, qui passent inaltérées et, en se solidifiant dans

([1]) Schultz, *Ann. Chem. Pharm.*, t. CLXIV, 1880, p. 202.

([2]) Barth et Schreder, *Ber. chem. Ges.*, t. XII, 1879, p. 1256.

([3]) Paul Sabatier et Mailhe, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 672.

les parties froides des tubes de sortie, obstruent rapidement l'appareil. C'est ce qui a lieu avec les *oxydes de cérium* et de *zirconium*, avec l'*oxyde bleu de tungstène*, avec l'*oxyde bleu de molybdène*. La *baryte* fixe les vapeurs d'acide benzoïque en benzoate de baryum stable à la température atteinte.

2° La réaction (1), dédoublement en benzène et anhydride carbonique, est produite exclusivement et avec facilité par le *cuivre* réduit, aussi bien que par le cuivre divisé fourni par l'industrie : la destruction de l'acide peut être réalisée totalement à 550° et fournit du benzène très pur.

Le même dédoublement est effectué rapidement dès 450° par l'*oxyde de cadmium* qui conserve sa couleur et ne subit qu'une réduction très lente en cadmium métallique doué d'une activité catalytique semblable. La décomposition est violente au-dessus de 500° et s'y effectue sans charbonnement appréciable.

Il en est de même avec l'*oxyde titanique* et avec l'*oxyde de zinc*, qui fournissent du benzène et de l'anhydride carbonique ne contenant que des traces de gaz combustibles.

Une catalyse semblable, mais beaucoup plus lente, est procurée par l'*oxyde de thorium*, par l'*oxyde chromique* (non calciné au rouge vif), par l'*alumine* (préparée à température basse); mais, dans ces cas, la majeure partie de l'acide benzoïque passe inaltérée.

3° D'autres catalyseurs procurent au contraire la réaction (2), production de *benzophénone* plus ou moins importante à côté de la réaction (1), qui subsiste toujours.

Ainsi le *carbonate de lithium* détermine vers 550° un dégagement rapide d'anhydride carbonique. Du produit condensé liquide, on élimine par distillation au-dessous de 100° une certaine dose de *benzène*; ce qui reste est bouilli avec une lessive de soude qui dissout l'acide benzoïque non transformé, et laisse un liquide qui, distillé, fournit vers 300° de la benzophénone, immédiatement solidifiable au contact de cristaux de cette substance en prismes incolores fondant à 48°, et laisse un faible résidu rouge contenant de l'anthraquinone. La production d'anthraquinone avait été signalée depuis longtemps dans la calcination du benzoate de calcium [1]. La dose de benzophénone produite est à peu près égale à celle du benzène.

Le *carbonate de calcium* se comporte d'une manière tout à fait analogue.

L'*oxyde manganeux* procure également une formation simultanée de

---

[1] KEKULÉ et FRANCHIMONT, *Ber. chem. Ges.*, t. V, 1872, p. 908.

benzophénone et de benzène, mais avec une forte prédominance de ce dernier.

4° Une catalyse différente est fournie par le *nickel réduit*, ou par l'*oxyde de nickel*, qui est rapidement réduit à l'état métallique. Le métal divisé exerce sur les vapeurs d'acide benzoïque à 550°, en même temps qu'une séparation rapide d'anhydride carbonique, une déshydrogénation très intense du benzène. On n'obtient guère de produit condensable; mais il y a destruction à peu près totale en charbon volumineux, dans lequel le nickel se trouve diffusé, avec un dégagement gazeux très abondant, constitué par un mélange d'anhydride carbonique, d'hydrogène et de méthane engendré par une hydrogénation partielle de l'anhydride carbonique sous l'influence du métal.

5° Le *fer*, réduit de l'un de ses oxydes par action prolongée de l'hydrogène, donne lieu vers 550° à une catalyse intermédiaire entre celles que procurent le cuivre et le nickel. Le benzène libéré est partiellement détruit en charbon, hydrogène et gaz hydrocarbonés. Le benzène recueilli contient une certaine proportion de *diphényle*, issu d'une déshydrogénation incomplète du benzène, et facile à isoler en cristaux fondant à 70°.

L'*oxyde ferrique* est ramené à l'état de fer métallique qui agit ensuite comme on vient de l'exposer : mais cette réduction de l'oxyde donne lieu à une formation de *phénol* que nous avons pu isoler et caractériser par ses diverses réactions.

L'*oxyde ferreux*, issu de la calcination de l'oxalate ferreux, est également ramené à l'état métallique; mais il n'engendre que des traces de phénol.

Cette production de phénol ne paraît pas pouvoir être attribuée à une oxydation du benzène par l'oxyde ferrique ramené à l'état de fer; car nous avons vérifié que les vapeurs de benzène, dirigées vers 500°-550° sur une colonne d'oxyde ferrique, ne fournissent pas de phénol. Il est plus vraisemblable d'admettre que l'oxydation s'exerce sur l'acide benzoïque, ainsi transformé en *acide oxybenzoïque* $C^6H^4\begin{matrix}<\end{matrix}\begin{matrix}CO^2H\\OH\end{matrix}$ tel que l'acide salicylique, lequel, à la température atteinte, est immédiatement dédoublé en anhydride carbonique et phénol.

GÉOLOGIE. — *Les premières époques géologiques.*
Note de M. H. Douvillé.

M. Belot, dans la Communication du 6 juillet dernier, indique que « l'atmosphère primitive de la terre devait comprendre les chlorures, iodures et fluorures alcalins, volatils entre 700° et 800°, et qu'ils se sont condensés sur l'Antarctide avant l'eau qui s'y est précipitée. dès que la température s'est abaissée au-dessous de 364° ».

J'ai professé depuis longtemps cette manière de voir, au sujet de la précipitation préalable des chlorures à la surface du globe, dans mon Cours public à l'École des Mines, aussi je crois utile de résumer aujourd'hui les points principaux de la théorie, telle que je l'exposais dans la leçon d'ouverture du Cours en question.

Dès l'instant où l'on admet que la terre était à l'origine en état de fusion ignée, elle devait être entourée d'une atmosphère analogue à celle du soleil; nos connaissances sur la constitution de cette dernière atmosphère et sur les réactions qui prennent naissance dans le four électrique et dans certains appareils de métallurgie permettent de se faire une idée des phénomènes qui ont dû se produire à la surface du globe dans cette période primitive.

Tout d'abord le silicium, le carbone et l'azote étaient combinés au fer du noyau central, tandis que l'oxygène, l'hydrogène, le chlore et le fluor, à l'état libre et non combinés, constituaient l'atmosphère qui comprenait en outre, comme l'atmosphère actuelle du soleil, les métaux alcalins et alcalino-terreux (potassium, sodium, calcium, etc.) à l'état de vapeurs.

Les progrès du refroidissement amènent peu à peu la combinaison de ces différents corps, oxydation du silicium, du carbone et des métaux, formation des chlorures, iodures et fluorures. De nouvelles combinaisons se sont produites et il a dû se former une scorie silicatée analogue à la scorie de la cornue Bessemer (1850°) ou au laitier des hauts fourneaux.

Plus tard, l'eau elle-même a pris naissance (1300°), et elle constitue alors à l'état de vapeur la plus grande partie de l'atmosphère terrestre, avec les chlorures, iodures et fluorures volatils à cette haute température. Ces divers éléments sont en grande partie ceux qui forment les mers actuelles; on peut ainsi se faire une idée de leur masse et évaluer la pression qu'ils exerçaient à la surface de la terre, pression précisément égale au poids de ces éléments. On sait que les eaux des mers réparties uniformément sur tout le globe représenteraient une couche de 3000^{m} d'épaisseur, soit une pression d'environ 300^{atm}. C'est sous une pareille pression que s'est

constituée la première croûte terrestre, par suite de la solidification de la scorie silicatée précédemment formée.

Sa température était encore très élevée; ce n'est que lorsque celle-ci s'est abaissée à 364° que l'eau a commencé à se précipiter, mais les chlorures, iodures et fluorures étaient passés à l'état liquide bien avant, vers 800° à 700°, comme l'a indiqué M. Belot; leur quantité est loin d'être négligeable, et si on l'évalue à 3 pour 100 de l'eau de la mer, ils constitueraient encore une couche de $\frac{90}{2,25}$, soit 40^m d'épaisseur, s'ils étaient uniformément répartis sur tout le globe. Ce chiffre est du reste certainement trop faible, car il faudrait tenir compte des quantités considérables de sels alcalins qui ont été fixés plus tard dans les roches et dans les couches sédimentaires. Quoi qu'il en soit, il s'est formé entre ces limites de température, de 700° à 364°, de véritables mers de chlorures et fluorures fondus, peut-être partiellement hydratés, et sous une pression dépassant 300^{atm} [1].

Il est impossible de se faire une idée précise des réactions qui ont pu se produire dans ces conditions. Il est probable, toutefois, que le quartz et les silicates, notamment les feldspaths et les micas, ont dû cristalliser avec une grande facilité, à peu près comme le sucre dans un sirop saturé. Les sels ont dû attaquer la croûte plus ou moins vitreuse précédemment formée; ces actions de dissolution et de cristallisation se sont associées aux phénomènes de sédimentation, et c'est à ces causes réunies que j'attribue la formation des gneiss primitifs, si fréquemment et si nettement stratifiés. Dans tous les cas, il semble certain que les alcalis qui entrent dans la constitution de ces roches proviennent de la surface et qu'il ne faut pas chercher leur origine dans les couches profondes.

Sans doute, les gneiss primitivement formés ont été fréquemment ramollis postérieurement et même fondus et remis en mouvement; c'est ainsi que se sont formés les granites. Ils ont pu digérer plus ou moins les roches sédimentaires ou les métamorphiser, notamment dans les synclinaux; mais la source principale des alcalis reste toujours dans les eaux de la mer ou dans les dépôts de sels emprisonnés dans les sédiments.

Les actions dont nous venons de parler ont certainement dû se continuer au-dessous de 364°, dans les eaux très chaudes et surchargées de sels; il n'est pas douteux, en effet, que le quartz a pu encore cristalliser à une température beaucoup plus basse et sous une pression moins forte, en présence des sels alcalins ou alcalino-terreux.

---

(1) On peut se demander si les plaques de matières blanches signalées à la surface de la Lune ne seraient pas des dépôts de chlorures ou de sels alcalins.

ZOOLOGIE. — *Capture d'un* Luvarus imperialis *Rafinesque sur la côte du Finistère.* Note de M. Y. Delage.

Le 2 juillet 1914 s'est échoué sur le sable de la plage de Quiberon un Poisson singulier que ne connaissait aucun des pêcheurs de la région. L'animal fut capturé étant encore vivant, et fut vendu à un hôtelier qui le prépara pour la table de ses clients. Heureusement, parmi les spectateurs, se trouvait M. Pierre Nugue, ingénieur, qui, soupçonnant l'intérêt de cette capture, prit la peine d'en faire quelques photographies et de relever certaines mesures et quelques caractères saillants. Il adressa au directeur de la Station biologique de Roscoff ces documents, qui, emportés à Paris, permirent à M. Pellegrin, assistant au Muséum d'Histoire naturelle, de déterminer l'animal avec certitude. C'est le *Luvarus imperialis* Rafinesque. Cette capture est intéressante en raison de l'extrême rareté de ce Poisson dans ces parages.

Le *Luvarus imperialis* Raf. (noms vulgaires : Louvaréou, Thon blanc) a été rencontré dans l'Atlantique moyen, à Madère, dans le détroit de Gibraltar, et dans la Méditerranée jusqu'en Crète et dans l'Adriatique; mais partout il est fort rare, car ses rencontres sont signalées individuellement par les auteurs. Il aurait été recueilli en 1826 à l'île de Ré, mais la détermination n'est pas absolument certaine (Moreau); un exemplaire, capturé à Concarneau en 1895, représente actuellement cette espèce dans les galeries du Muséum. M. Hérubel croit pouvoir assurer qu'il fut capturé une fois dans un chalut à l'entrée de la mer d'Irlande.

L'exemplaire, recueilli à Quiberon, présentait les caractéristiques suivantes :

Longueur	$1^m, 15$
Hauteur	$0^m, 36$
Épaisseur	$0^m, 17$
Envergure de la nageoire caudale	$0^m, 42$
Poids	35^{kg} environ

Peau lisse très fine, argentée, avec des reflets violacés sur le dos vers l'arrière, les nageoires rouges. A l'hôtel où il a été consommé, on lui a trouvé une chair savoureuse, rappelant celle du Thon, mais moins sèche.

Il semble résulter de là que ce très bel animal, quoique fort rare, a une distribution géographique assez étendue, mais il est assez difficile de dire dans quelle mesure sa rencontre à des latitudes relativement élevées est exceptionnelle.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les chronographes électriques et les microgalvanomètres enregistreurs.* Note [1] de M. A. BLONDEL.

Dans une Note récente (*Comptes rendus*, 6 juillet 1914, p. 18), M. Beauvais indique l'emploi de chronographes électriques caractérisés par la combinaison d'un microgalvanomètre rapide à petit cadre mobile, enregistrant un phénomène sur bande photographique, avec un diapason produisant sur les bandes des *raies* de repère par des éclairs lumineux.

On me permettra de rappeler qu'un appareil, réalisant pour la première fois le même principe, a été décrit antérieurement ici par moi-même (*Comptes rendus*, avril 1912) et exposé à la Société de Physique (11-12 avril 1912). Le nouveau chronographe n'en diffère que par un simple détail de réalisation; les éclats lumineux qui tracent les raies sont produites par le déplacement d'un miroir fixé au diapason, au lieu d'être produits par des étincelles provoquées par le diapason; bien d'autres variantes sont possibles.

Le reste du dispositif m'est aussi emprunté, notamment l'emploi des galvanomètres *à très petits cadres*; ces derniers ont été décrits par moi comme oscillographes de basse fréquence dès 1893 (*Comptes rendus*, 6 mars 1893, p. 503, lignes 4 à 7) avec la suspension bifilaire, et, en 1904, avec la suspension unifilaire (*Association française pour l'Avancement des Sciences*, Congrès de 1904, p. 396, lignes 14-33) [2]. J'ai réalisé, suivant ces dispositifs, des cadres plus petits et plus sensibles, à fréquences égales, que tous ceux décrits par d'autres auteurs; j'obtiens, par exemple, une déviation de 300^{mm} à 1^{m} par microampère, à la fréquence 5 (durée d'oscillation double, $\frac{1}{5}$ de seconde).

Bien plus, j'ai décrit dans des brevets plus récents l'ensemble de l'appareil enregistreur comportant ces galvanomètres en combinaison avec des détecteurs de télégraphie sans fil [3]; j'avais en vue, dans ces brevets, l'enregistrement balistique des surtensions, dont je présenterai prochainement une variante. Mais il va sans dire que le même enregistreur, à détecteur et à galvanomètre de fréquence 10 à 100, pouvait s'appliquer à la télégraphie sans fil et à tous autres usages.

---

[1] Reçue dans la séance du 13 juillet 1914.

[2] Des équipages de ce genre sont fournis depuis plusieurs années par Siemens et Halske avec les oscillographes Siemens-Blondel.

[3] Brevet français 430228, 4 août 1910; addition 14546 du 19 octobre 1910.

CHIMIE. — *Sur les gaz retenus par l'iode et l'argent.* Note [1] de MM. **Ph.-A. Guye** et **F.-E.-E. Germann.**

Dumas a été le premier à montrer que les poids atomiques de Stas, considérés de son temps comme si précis, étaient entachés d'une cause d'erreur non négligeable, du fait de la présence de l'oxygène retenu par l'argent métallique; et pourtant cette propriété de l'argent avait été signalée dès 1819 par Lucas [2]; elle a été étudiée depuis par plusieurs auteurs : Gay-Lussac (1830), Graham (1867), Troost et Hautefeuille (1873), Dumas (1878), Naumann et Streintz (1891), Baxter (1899), Lewis (1906), Donan et Shaw (1910); on doit à Guichard (1910, 1911) une intéressante technique pour ce genre de recherches.

L'école américaine de Harvard a cherché à tenir compte de cette cause d'erreur en préparant l'argent de plusieurs manières différentes et surtout en lui faisant subir une dernière fusion dans une atmosphère d'hydrogène; le métal ne contiendrait plus alors que des traces de ce gaz (0,0004 pour 100 de son poids) sans influence sur les pesées.

Les discordances constatées à Genève [3] entre les valeurs du poids atomique du chlore déterminé par les méthodes classiques et par les méthodes modernes nous ont fait admettre qu'il était utile de rechercher si l'argent métallique ne retient peut-être pas, en très petite quantité, quelque gaz autre que l'oxygène. La présente Note contient les constatations expérimentales que nous avons faites à ce sujet utilisant la méthode d'analyse des gaz que nous avons récemment décrite [4].

Pour réaliser l'expulsion complète des gaz contenus dans l'argent, nous avons, comme l'a fait M. Guichard, au cours des travaux sus-rappelés, transformé un poids donné d'argent en iodure et recueilli les gaz dégagés dans ces conditions; grâce à la sensibilité de la méthode d'analyse, nous avons pu opérer sur 1^{g} de métal, alors que Dumas travaillait sur 1^{kg}. L'expérience comporte quelques précautions que nous croyons devoir signaler brièvement, en nous reportant à la figure de la page 155 de ce Recueil :

---

(1) Reçue dans la séance du 29 juin 1914.

(2) Lucas, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 1re série, t. XII, 1819, p. 402.

(3) Ph.-A. Guye, *J. Chim. phys.*, t. XI, 1913, p. 275; voir en particulier, page 303.

(4) Guye et Germann, *Comptes rendus*, t. 159, 1914, p. 154. Nous avons omis d'indiquer que l'espace F est généralement rempli de mercure, de façon à diminuer la capacité utile du volumètre.

1° Le tube K, où se fait la transformation de l'argent en iodure, est en verre dur; au moyen d'un manchon électrique de chauffage, il peut être porté un peu au-dessus du point de fusion (556°) de AgI; si cette température n'est pas dépassée, l'iodure formé pourrait enrober une partie de l'argent et l'analyse ne porterait plus sur la totalité des gaz retenus par le métal. En outre, avant tout emploi, le tube K doit être chauffé une première fois en faisant le vide à l'intérieur jusqu'à ce qu'il ne dégage plus de gaz par nouveau chauffage; une première opération de chauffage (qui peut donner jusqu'à 50^{mm^3} de gaz) suffit généralement. Néanmoins le tube a toujours été chauffé au moins deux fois.

2° L'iode employé doit être totalement privé de gaz étranger; on y arrive aisément, comme l'a indiqué M. Guichard, en le sublimant, dans le vide, d'une partie à l'autre du tube K; en opérant, par exemple, sur 3^g d'iode, on a dégagé ainsi 30^{mm^3} de gaz; estimé comme air, ce gaz représenterait un poids de $0^g,000013$ pour 1^g d'iode. Cette quantité n'augmente pas avec une nouvelle sublimation; néanmoins, par mesure de précaution, l'iode employé a toujours été sublimé deux fois de suite dans le vide avant de servir à la transformation de l'argent en iodure.

3° Aux basses pressions sous lesquelles nous opérons, la vapeur d'iode, dont la tension de vapeur à la température ordinaire est appréciable ($0^{mm},1$ à 10° d'après Baxter, Hickey et Holmes, 1907), pénétrerait dans l'appareil et altérerait la propreté du mercure; pour obvier à cet inconvénient, nous avons interposé en l un tube protecteur, contenant du cuivre amalgamé au mercure; ce dispositif s'est montré très efficace.

Deux échantillons d'argent, provenant tous deux de la *Société genevoise de dégrossissage d'or*, ont été étudiés : l'un (I) était de l'argent *pur* usuel à $\frac{998}{1000}$, l'autre (II) de l'argent extra-pur à $\frac{1000}{1000}$. Ce dernier a été préalablement fondu dans une éprouvette de quartz, en même temps qu'un courant d'hydrogène pur et sec était dirigé, au moyen d'un tube de quartz de petit diamètre, dans la masse métallique fondue; il s'y produisait ainsi un véritable barbotage, la solidification et le refroidissement se faisant ensuite dans une atmosphère d'hydrogène.

Les résultats de l'analyse des gaz contenus dans ces deux échantillons d'argent sont transcrits ci-après.

Échantillon d'argent I.

Expériences.	Poids I.	Poids Ag.	Pression initiale (¹).	Pression finale (²).	Volume gaz.	O^2 en pour 100.
	g	g	mm	mm	cm³	
1....	3	2	4,80	1,06	0,283	78
2....	1,5	1	2,90	0,60	0,171	79
3....	1,5	1	2,80	0,55	0,165	80

(¹) Avant absorption de O^2.

(²) Après absorption de O^2.

En ne retenant que les données des deux dernières expériences (dans la première, une partie de l'argent enrobée par l'iode a échappé à la réaction), on constate que l'échantillon I contient $0^{cm^3},17$ de gaz (ramené à 0° et 760^{mm}); les $\frac{4}{5}$ en volume de ce gaz sont constitués par de l'oxygène; le résidu inabsorbable, de $\frac{1}{5}$, a été reconnu, au tube de Plücker, pour l'oxyde de carbone; le volume de celui-ci est de $0^{cm^3},035$ pour 1^g d'argent (moyenne des expériences 2 et 3).

Échantillon d'argent II.

Expériences.	Poids I.	Poids Ag.	Pression initiale.	Pression finale.	Volume gaz (0° et 760^{mm}).
	g	g	mm	mm	cm³
1....	1,5	1	0,47	0,43	0,027
2....	1,5	1	0,47	0,46	0,027

L'échantillon II ne contient plus d'oxygène en quantité appréciable, la pression n'ayant pas varié, avant et après le traitement par la spirale de fer en E, surtout dans l'expérience 2, exécutée dans de meilleures conditions. Le gaz dégagé, inabsorbable (soit $0^{cm^3},027$), a présenté, au tube de Plücker, les raies spectrales caractéristiques de l'oxyde de carbone. Soumis ensuite à l'action de l'étincelle électrique en présence d'un excès d'oxygène dans la chambre D, il a été transformé en grande partie en gaz CO^2. Nous avons reconnu, de plus, que le gaz dégagé de l'échantillon d'argent II contenait une trace de vapeur d'eau dont le volume, calculé comme gaz parfait à 0° et 760^{mm}, était environ de $0^{cm^3},010$ pour 1^g d'argent au minimum,

On voit par ces données que le barbotage d'hydrogène dans l'argent fondu a donc bien éliminé l'oxygène; par contre, le volume de gaz CO recueilli étant à peu près le même dans les deux échantillons I et II, — soit $0^{cm^3},035$ et $0^{cm^3},027$, — on pourrait tout au plus espérer qu'un barbotage très prolongé soit capable de chasser complètement le gaz CO retenu par l'argent.

En résumé, l'échantillon II (argent extra pur de l'industrie), purifié par fusion avec barbotage d'hydrogène et solidification dans l'atmosphère de ce gaz, contient, pour 1^g de ce métal :

	g
$0^{cm^3},027$ CO à 0° et 760^{mm}, soit.................	0,000034
$0^{cm^3},010$ H^2O » »	0,000008
Total......	0,000042

Nous indiquerons prochainement quelques conséquences qui se déduisent de cette constatation.

CORRESPONDANCE.

L'Académie délègue M. **Depéret** pour la représenter à l'inauguration du monument d'*Ampère*, qui aura lieu prochainement à Poleymieux.

M. le **Secrétaire général de la Fondation Carnegie** invite l'Académie à renouveler la désignation d'un de ses Membres, qui doit la représenter dans la *Commission administrative de la Fondation* pour une période quinquennale.

L'élection de ce représentant de l'Académie est renvoyée au mois d'octobre.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance l'Ouvrage suivant : *Ideia geral dos effeitos do megasismo de* 1755 *em Portugal*, par Francisco-Luiz Pereira de Sousa.

MM. O. **Pallary** et **Jean Pougnet** adressent des Rapports relatifs à l'emploi qu'ils ont fait des subventions qui leur ont été accordées sur le *Fonds Bonaparte* en 1913.

MM. **J. Benoist**, **Bigeard** et **Guillemin**, **René de la Brosse**, **P. Chaussé**, **E. Esclangon**, **M. Gard**, **N. Javillier**, **Charles Lafon**, **A. Mesnager**, **J. Révil**, **Jean Rey**, **C. Sauvageau**, **Schwartz**, **Al. Vialay** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

MM. **R. Anthony**, **Henri Bénard**, **Ed. Chauvenet**, **F. Croze**, **G.-A. Hemsalech**, **Joseph Lais**, **Ch. Mauguin**, **C. Sauvageau**, **J. Trousset**, **L. Vasseur** adressent des remercîments pour les subventions qui leur ont été accordées sur le *Fonds Bonaparte* en 1914.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la lumière zodiacale.*
Note de M. **Kr. Birkeland.**

Les observations sur la lumière zodiacale ont révélé l'existence autour du Soleil d'un anneau, sorte de nébuleuse plus ou moins lenticulaire, ayant la propriété de diffuser la lumière solaire. Cette nébuleuse, dont la densité s'accuse surtout dans le voisinage de l'écliptique, s'étend en tout cas souvent, peut-être même toujours, à une plus grande distance du Soleil que l'orbite terrestre.

Je vais dans un Mémoire détaillé résumer les preuves fournies à cet égard par des observations anciennes et modernes, en y comprenant celles que j'ai faites tout récemment en Afrique, en 1911 et en 1913-1914.

Or, lorsqu'il s'agit de déterminer la position exacte dans l'espace de cette nébuleuse zodiacale encore mystérieuse et d'en indiquer le caractère d'une façon plus précise, les observations semblent de prime abord fortement contradictoires et elles nous laissent vraiment sous l'impression d'un embarras sans issue. M. Fessenkoff, traitant le même sujet dans un Ouvrage important ([1]), a dit : « Je crois qu'il est impossible de déduire la position de la bande de la lumière zodiacale d'une façon exacte, et cela est confirmé par la discordance complète qui se manifeste entre les résultats de Bayldon, de Marchand et de Tupman. »

C'est donc peut-être le moment d'introduire une nouvelle hypothèse concernant la nature de cette nébuleuse zodiacale, comme je viens par exemple de le faire dans mon Ouvrage : *The Norwegian Aurora Polaris Expedition* 1902-1903, t. I, 1913, p. 611-631, et antérieurement (*Comptes rendus,* 6 février 1911).

Je suppose que le Soleil émet de la matière radiante et, en abondance, des électrons et que tous ces corpuscules se groupent autour de l'équateur *magnétique* solaire (coïncidant ou non avec l'équateur héliographique) à peu près comme le font dans mes expériences les radiations électriques émanant d'un globe cathode magnétique dans un grand vase à faire le vide.

On sait que ces radiations s'étendent toujours, de préférence, dans le plan magnétique du globe cathode et que, avec une aimantation convenable, on peut même obtenir une répartition telle que le montre la figure de ma Note (*Comptes rendus*, 4 novembre 1912).

([1]) B. Fessenkoff, *La lumière zodiacale*, Paris, mai 1914.

Nous allons voir plus loin comment cette hypothèse nous permet de nous rendre compte des principaux phénomènes de la lumière zodiacale. Aidé de mon assistant, M. Skolem, j'en ai calculé les courbes d'intensités égales pour les comparer ensuite avec les résultats des observations.

Mais avant d'aborder ce point, je voudrais attirer l'attention sur deux phénomènes spéciaux et un peu à part.

Je veux parler d'abord de ce phénomène découvert par Campbell en 1907, et qui a surtout été étudié par Newcomb sur une haute montagne en Suisse, et en second lieu du phénomène de contre-lueur (Gegenschein).

A l'époque du solstice d'été on observa vers minuit sur le mont Hamilton, dans le Nord, une lueur qui atteignait jusqu'à une hauteur de 18° au-dessus de l'horizon. Newcomb admet que cette lueur atteignait 35° au nord et au sud du Soleil, et il ajoute que cette limite de 35° « seems to me *much more precise* than any limit that has been, or can be, set in the plane of the ecliptic ».

Il me semble impossible d'expliquer ce phénomène par la théorie météorite où, d'après les phénomènes principaux, la nébuleuse zodiacale lenticulaire doit avoir un aplatissement de 0,9 environ (Fessenkoff). Ne faudrait-il pas admettre en ce cas l'existence de hautes cornes nébuleuses au nord et au sud du Soleil ?

Or les expériences que j'ai faites avec ma terella en fournissent une explication très naturelle.

Il doit, en effet, résulter de ces expériences que, précisément au moment du solstice d'été, il se produit pour la Terre une aspiration aussi riche que possible des rayons héliocathodiques vers sa région boréale, même s'il n'y a qu'une faible partie des rayons qui arrivent jusqu'à l'atmosphère terrestre.

Sur le mont Hamilton, vers minuit, à l'époque en question, le regard glisse justement *le long* de cet immense faisceau de rayons cathodiques, *qui est nettement limité*, et qui, à mon avis, est capable de diffuser la lumière solaire.

La contre-lueur (Gegenschein) a surtout été étudiée d'une très heureuse façon par Barnard.

Ses observations ont révélé que la contre-lueur possède, par rapport aux étoiles, un mouvement lent et qu'elle est soumise à des modifications de forme annuelles. En partant de cette donnée, il est très intéressant de constater que, d'après mes recherches expérimentales, le système relativement petit des rayons héliocathodiques, dérobé à la grande nébuleuse zodiacale et fixé à la Terre, pour ainsi dire, par le ma-

gnétisme terrestre, doit avoir, toujours à l'opposé du Soleil, une forte concentration de rayons (voir mon Ouvrage, *loc. cit.*, p. 618) et que cette concentration se trouve d'autant plus près de la bande zodiacale qu'on s'éloigne de la Terre. Ce système de rayons capturé, presque partout invisible lorsqu'on le prend séparément, et oscillant chaque jour avec l'axe magnétique terrestre, permet de comprendre, comme je vais le montrer, plusieurs phénomènes obscurs dans la lumière zodiacale, par exemple les phases et les pulsations.

Revenons maintenant aux phénomènes principaux de la lumière zodiacale.

Si l'on cherche théoriquement à trouver la forme et l'intensité de la lumière zodiacale, et si elle est due à de la lumière solaire diffusée par des corpuscules formant une nébuleuse (comme je l'ai admis), ce qui est le plus naturel est de relier sur la voûte terrestre les points où l'intensité lumineuse se manifeste avec la même valeur. Cette intensité, dans une direction déterminée, s'obtient par une intégrale, et si l'on admet que les corpuscules sont si petits qu'il n'y a aucun effet de phase, on aura

$$i = \int \frac{\delta . dv}{\rho^2 r^2},$$

où δ est la densité des corpuscules, dv l'élément de volume, ρ la distance de celui-ci à l'observateur et r la distance de ce même élément au Soleil.

Parmi les résultats de mes observations simultanées à Omdurman et à Helonan cet hiver, je me contenterai de mentionner que nos photographies et dessins ont montré qu'il n'existait aucune parallaxe sensible. Nous avons trouvé au contraire à Helonan, comme Bayldon l'a indiqué, un déplacement de l'axe de la lumière zodiacale de presque un degré vers le Nord. A partir de décembre et janvier, mois dans lesquels la lumière zodiacale était brillante et le plus développée, l'axe du cône lumineux a un lent mouvement vers le Nord.

Je vais étudier toutes ces questions en me livrant pendant trois ans, à partir du mois d'octobre, à des observations simultanées aux stations de Natal et de Helonan, et, plus tard, dans l'Ouganda.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales des équations linéaires aux dérivées partielles à deux variables indépendantes.* Note de M. S. STOILOW, présentée par M. Émile Picard.

I. Le but de cette Note est de présenter les résultats que j'ai obtenus, concernant les singularités et la forme analytique des intégrales des équations linéaires aux dérivées partielles à deux variables indépendantes et à

coefficients partout holomorphes, les coefficients des dérivées d'ordre le plus élevé figurant dans l'équation étant des constantes.

J'écrirai les équations du type considéré sous la forme condensée

$$\Delta_n u + \Phi(u) = 0, \tag{1}$$

n étant l'ordre de l'équation, $\Delta_n u$ désignant la partie qui ne renferme que les dérivées d'ordre n et dont les coefficients sont constants, $\Phi(u)$ la partie renfermant les autres termes, dont les coefficients sont des fonctions entières de x et y.

Il résulte d'un Mémoire de M. Delassus, publié dans les *Annales de l'École Normale supérieure*, en 1895, que ces équations admettent toujours une infinité d'intégrales, fonctions entières de x et de y, comme les équations différentielles ordinaires du même type.

Toutefois ici, ce ne sont plus les *seules* intégrales de l'équation, et MM. Delassus et Le Roux ont montré, l'un pour les équations du domaine réel, l'autre pour le cas des variables complexes, quelles sont les multiplicités singulières possibles pour les intégrales de (1) [1].

2. Voici les résultats auxquels je suis arrivé, relatifs aux équations (1) :

Théorème I. — *Si l'on se donne sur une caract.* $C_k = 0$ *d'ordre* p *les valeurs de l'intégrale* $U(x, y)$ *de* (1) *et celles de ses* $n - p - 1$ *premières dérivées extérieures à* $C_k = 0$, par des fonctions entières d'une variable, *et sur une autre droite imaginaire de l'espace à quatre dimensions, différente des caract.* $C_k = \text{const.}$, *les valeurs* quelconques *analytiques de* $U(x, y)$ *et de ses* $p - 1$ *premières dérivées extérieures à cette droite, l'intégrale* $U(x, y)$ *ainsi parfaitement déterminée a les mêmes singularités que l'intégrale* $U_0(x, y)$ *de* $\Delta_n u = 0$, *déterminé avec les mêmes valeurs initiales.*

Je démontre cette proposition au moyen des approximations successives de M. Picard, et en faisant le prolongement de la solution le long de $C_k = 0$, d'abord, et ensuite dans l'espace à quatre dimensions.

3. Dans le cas particulier où il n'y aurait que deux familles caractéristiques distinctes, le théorème est vrai quelles que soient les données analytiques en nombre q sur la caractéristique d'ordre r et en nombre r sur la caractéristique d'ordre q. (On a $q + r = n$.)

Cela tient à ce qu'on peut toujours, pour une équation linéaire, décom-

[1] Delassus et Le Roux, *Annales de l'École Normale supérieure*, 1895, et Le Roux, *Journal de M. Jordan*, 1898.

poser les données en sommes d'autres données, que la somme des intégrales ainsi obtenues est l'intégrale correspondante aux premières données, et à ce que, dans ce cas particulier, $q+r=n$, et les deux caractéristiques jouent exactement le même rôle.

4. Du théorème général précédent, je déduis l'existence et la forme analytique d'une classe très générale d'intégrales de (I).

J'appelle *fonction quasi uniforme d'une variable* toute fonction analytique représentable par une série

$$\sum_{i=0}^{\infty}\left[G_i(x)\log(x-a_i)+P_i(x)+\sum_{m=-\infty}^{m=+\infty}A_m(x-a_i)^m\right],$$

où $P_i(x)$ désigne un polynome en x, $G_i(x)$ une fonction entière de x et A_m une constante : à cause de l'analogie de cette série avec celle que M. Mittag-Leffler a donné pour le développement des fonctions *uniformes* d'une variable à points singuliers isolés.

Je puis alors énoncer le théorème suivant :

Théorème II. — *Toute intégrale* $U(x,y)$ *de* (I) *déterminée avec* $n-p$ *données entières sur une caractéristique d'ordre* p (*les données que j'ai indiquées plus haut*) *et* p *données sur une droite quelconque ne faisant pas partie de cette famille caractéristique, ces dernières étant des fonctions quasi uniformes d'une variable, est une fonction quasi uniforme de deux variables*, c'est-à-dire est représentable dans tout l'espace à quatre dimensions par

$$\sum_{i=0}^{\infty}\left[G_i(x,y)\log(\alpha x+\beta y-a_i)+P_i(x,y)\right.$$
$$\left.+\sum_{m=-\infty}^{m=+\infty}A_m(y)(\alpha x+\beta y-a_i)^m\right],$$

où $\alpha x+\beta y=$ const. représente la famille caractéristique considérée, $G_i(x,y)$ une fonction entière de x et y, $P_i(x,y)$ un polynome de x et y et $A_m(y)$ une fonction entière de y.

Il est donc établi que toute équation du type (I) admet une classe étendue d'intégrales qui peuvent être représentées dans tout leur domaine d'existence par une série analogue à celle de M. Mittag-Leffler pour une fonction d'une variable à singularités isolées.

5. J'appelle *intégrale quasi uniforme* de (I) toute somme d'intégrales de ce genre relatives à des familles caractéristiques différentes.

Cette classe d'intégrales de (I) constitue la classe la plus simple, car il est facile d'établir la proposition suivante :

THÉORÈME III. — *Toute intégrale partout uniforme et à singularités isolées, de* (I), *si elle existe, fait partie de la classe des intégrales quasi uniformes.*

M. Le Roux a montré (*Journal de Mathématiques pures et appliquées* de M. Jordan, 1898), qu'*en général* une équation linéaire n'a pas d'intégrales uniformes, la classe la plus simple d'intégrales de (I) est donc bien la classe des intégrales quasi uniformes.

6. Un cas particulier intéressant est celui où l'équation (I) a toutes ses familles caractéristiques confondues. On a le théorème suivant :

THÉORÈME IV. — *Une équation linéaire à une seule famille caractéristique et dont tous les coefficients sont des fonctions entières de x et de y, le coefficient de la dérivée d'ordre le plus élevé étant l'unité, admet une infinité d'intégrales partout uniformes et à singularités isolées.*

Tel est le cas de l'équation de la théorie de la chaleur :

$$\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial u}{\partial x} = 0.$$

La démonstration ne subit qu'un très léger changement par le fait qu'il faut prendre n données uniformes sur une droite non caractéristique.

MÉCANIQUE ÉLECTRIQUE. — *Emploi du courant alternatif à la transmission des indications d'appareils dont l'index peut effectuer des rotations complètes. Application à la distribution de l'heure.* Note de M. **PIERRE SÈVE**, transmise par M. J. Violle.

M. Abraham [1] a montré qu'on pouvait transmettre à distance les déviations angulaires d'un appareil de mesure à l'aide de courants alternatifs.

---

[1] H. ABRAHAM, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 512; *Journal de Physique*, 5e série, t. I, 1911, p. 264. Rohmann a indiqué un dispositif analogue (*Phys. Zeitschrift*, 1913, p. 350).

Le transmetteur et le récepteur sont des appareils de même construction qu'on peut regarder comme des alternateurs monophasés, dans lesquels l'excitation, au lieu d'être faite par du courant continu, est faite par du courant alternatif industriel provenant de la même source. Le premier fonctionne comme transformateur à coefficient d'induction mutuelle variable, le deuxième comme galvanomètre à courant alternatif.

Généralement, le courant induit dans le transmetteur produit une action mécanique sur ce transmetteur (couple électrique) qu'on peut éviter par un montage approprié (M. Abraham emploie un condensateur shunté par une résistance qui met en quadrature exacte le courant et le champ dans le transmetteur). Généralement aussi, le courant induit dans le récepteur influence le transmetteur. M. Abraham évite cette action par un décalage convenable des courants excitateurs des deux appareils.

Cet appareil ne permet, sous cette forme, de transmettre que des rotations de petit angle et en tous cas limitées à une fraction de tour; je me suis proposé de réaliser un dispositif permettant d'imposer au transmetteur des angles de rotation quelconques pouvant atteindre autant de tours qu'on voudra et effectués dans un sens quelconque, rotations que le récepteur reproduira servilement.

Le transmetteur et le récepteur sont constitués par des appareils de construction identique à celle de deux alternateurs diphasés [1] sinusoïdaux dont les induits sont connectés borne à borne par des conducteurs de même résistance et de même réactance, et dont les inducteurs sont parcourus par des courants alternatifs provenant de la même source. Nous allons examiner le fonctionnement du système :

1° Supposons, pour fixer les idées, que les deux appareils soient constitués chacun par un système de deux cadres égaux solidaires et rectangulaires A_1 B_1 pour le transmetteur, A_2 B_2 pour le récepteur, pouvant tourner autour de leur ligne d'intersection dans deux champs alternatifs uniformes H_1 et H_2 perpendiculaires à ces axes. Soient φ_1 et φ_2 les angles formés par les cadres A_1 et A_2 avec les champs correspondants. Les forces électromotrices induites dans chacun des circuits par le transmetteur sont proportionnelles à $\sin\varphi_1$ et à $\cos\varphi_1$. Il en sera de même des courants induits dans ces circuits. Les couples électrodynamiques moyens produits par ces courants sur A_2 et B_2 seront (pour un sens convenable des connexions) proportionnels à $\sin\varphi_1 \cos\varphi_2$ pour A_2 et à $-\cos\varphi_2 \sin\varphi_2$ pour B_2. Leur somme, proportionnelle à $\sin\varphi_1 \cos\varphi_2 - \cos\varphi_1 \sin\varphi_2 = \sin(\varphi_1 - \varphi_2)$, ne s'annule que pour $\varphi_1 = \varphi_2$ [2]. *Ils tendront donc à orienter le deuxième appareil comme le premier.*

2° *Il n'y a pas de couple électrique.* Il est facile de voir en effet que les couples produits sur A_1 et B_1 par les courants induits par H_1 sont égaux et de signes contraires.

---

[1] On peut se servir d'enroulements polyphasés quelconques, par exemple triphasés.

[2] La position d'équilibre correspondant à $\varphi_1 + \varphi_2 = 180°$ est instable.

3° Il suffit, comme dans le dispositif primitif de M. Abraham, de décaler convenablement les deux champs H_1 et H_2 pour obtenir la commande unilatérale des appareils. On vérifiera aisément qu'il suffit que les circuits aient une réactance égale à leur impédance et que les champs soient décalés de 45° pour que cette condition soit remplie. *L'un des appareils commande énergiquement l'autre qui est sans action sur lui* [1].

Les applications de ce dispositif semblent nombreuses (transmission des indications d'appareils tels que boussoles marines, télégraphes à cadran, girouettes, etc.). Une application que j'avais plus particulièrement en vue est la distribution civile de l'heure.

Supposons en effet que l'axe de l'aiguille des minutes d'une horloge-mère entraîne l'appareil n° I, l'aiguille de l'appareil n° 2 indiquera les minutes sur un cadran [2].

Parmi les avantages du système, je signalerai qu'il n'y a jamais ouverture ou fermeture des circuits. On est donc à l'abri des irrégularités de contact, si souvent décourageantes en matière d'horlogerie électrique. En outre, en cas d'arrêt accidentel du courant industriel, l'aiguille des minutes du récepteur se remet automatiquement à l'heure à la reprise du service.

J'ai réalisé un modèle de démonstration du dispositif ci-dessus qui fonctionne sur le courant de la ville (50 périodes) avec une dépense d'énergie de l'ordre du watt. J'ai cherché à réaliser en particulier un récepteur très sensible.

Ce récepteur peut être considéré comme un alternateur à fer tournant. Sur un pivot vertical repose une chape qui supporte deux aiguilles de fer doux parallèles et inclinées à 45°. Un champ magnétique alternatif vertical leur communique une aimantation alternative. Deux bobines, à axes horizontaux et rectangulaires, connectées avec les deux circuits induits du transmetteur, produisent deux champs alternatifs rectangulaires, suivant la composante desquels se dirigent les projections horizontales des aiguilles [3].

Le transmetteur, analogue à un alternateur à inducteurs tournants, est entraîné par un mouvement d'horlogerie. Le tout fonctionne régulièrement.

---

[1] La simplification des circuits, due à l'annulation automatique du couple électrique, permet de réaliser cette condition par le dispositif indiqué, qui est particulièrement facile à régler.

[2] L'aiguille des heures peut être entraînée par un dispositif analogue, ou bien par une minuterie commandée par l'aiguille des minutes du récepteur, ou encore calée sur l'axe d'un alternateur diphasé à 24 pôles excité par du courant alternatif et dans l'induit duquel passent les deux courants induits. Cet alternateur n'avancerait que d'un douzième de tour pendant un cycle complet de l'appareil n° I, c'est-à-dire pendant 1 heure.

[3] Le principe de cet appareil est, par suite, tout à fait analogue à celui du galvanomètre à courant alternatif de Franklin et Freudenberger (*Phys. Review*, t. XXIV, 1907, p. 37). On peut à la rigueur supprimer l'excitation et employer des aiguilles horizontales, mais l'appareil est moins sensible et peut se retourner de 180°.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Réactions réversibles de l'eau sur le fer et sur l'oxyde ferreux.* Note [1] de M. G. CHAUDRON, présentée par M. H. Le Chatelier.

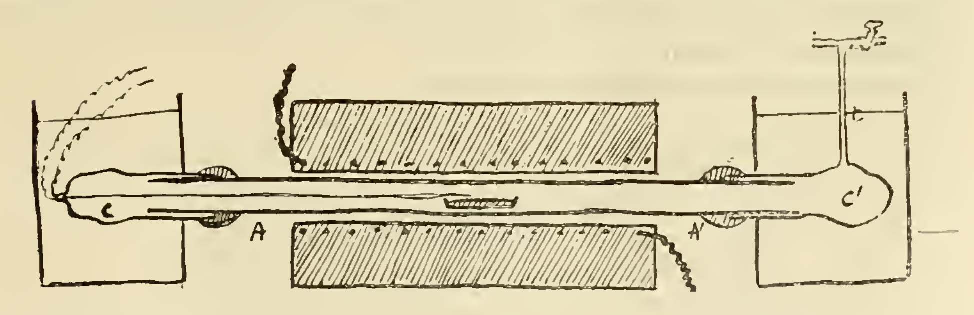
Debray [2] a montré que l'action de l'eau sur le fer était limitée par la réaction inverse. H. Sainte-Claire Deville [3] a étudié cet équilibre à diverses températures comprises entre 200° et 1000°. Preuner [4] a refait ces mesures avec plus de précision entre 900° et 1200°; avec Deville il admet comme phases solides de l'équilibre le fer et l'oxyde magnétique.

Nous avons repris ces recherches afin de préciser la nature des phases dans les différents équilibres possibles entre le fer, l'eau, l'hydrogène et les oxydes du fer. Il résulte de notre étude qu'aux températures comprises entre 300° et 1000° il y a deux séries d'équilibres admettant les phases solides suivantes :

1° Fer et oxyde ferreux; 2° oxyde ferreux et oxyde magnétique.

Nous nous sommes servi d'un appareil fonctionnant d'après le même principe que celui de Deville.

Il se compose d'un tube en porcelaine AA′ placé dans un four électrique à résistance; deux capuchons en verre mince C et C′ ferment ce tube, ils sont placés dans



deux bains d'eau où la température est maintenue uniforme et constante; ce résultat est obtenu par barbotage d'un courant d'air et en se fixant à 2° ou 3° au-dessous de la température ambiante.

On lit la température des bains à $\frac{1}{10}$ de degré près; ces températures peuvent

(1) Présentée dans la séance du 6 juillet 1914.

(2) *Comptes rendus*, t. 45, 1857, p. 1019.

(3) *Comptes rendus*, t. 70, 1870, p. 105.

(4) *Zeits. anal. Chem.*, t. XLVII, 1904, p. 47.

différer de $\frac{1}{10}$ et la variation est de $\frac{2}{10}$ pendant la durée d'une expérience. On opère aux environs de 18°; la tension de la vapeur d'eau à cette température est de 15^{mm} et elle augmente de moins de 1^{mm} par degré; il en résulte que si l'on connaît la température des bains à $\frac{3}{10}$ de degré près, on connaît la tension de la vapeur d'eau à l'intérieur de l'appareil à moins de 2 pour 100.

Un tube t fait communiquer l'appareil avec une trompe à mercure et avec un manomètre qui donne la tension d'hydrogène humide $p_{H^2O} + p_{H^2}$ à 1^{mm} près; ces tensions sont d'environ 100^{mm} à 400° et de 30^{mm} à 900°; donc $p_{H^2O} + p_{H^2}$ est connue à à 3 pour 100 près.

Le four électrique a une zone de température uniforme de 5^{cm} à 6^{cm} de longueur; on y place une nacelle qui contient les phases solides; la température est donnée par une pince thermo-électrique; la variation de température pendant une expérience est négligeable.

On connaît donc le rapport $\frac{p_{H^2O}}{p_{H^2}} = \frac{p_{H^2O}}{(p_{H^2O} + p_{H^2}) - p_{H^2O}}$ à moins de 7 pour 100 près dans le cas le plus défavorable et à 4 pour 100 près dans le cas contraire.

1° *Système fer, eau, hydrogène et oxyde ferreux.* — Nous avons placé 2^g de fer réduit dans la nacelle, quelques centimètres cubes d'eau se trouvent dans l'appareil; on fait le vide, puis l'on chauffe; une petite proportion de fer est oxydé; nous avons mesuré la tension d'équilibre à différentes températures. Nous avons répété ces expériences en plaçant dans la nacelle un mélange de 1^g de fer réduit et 1^g d'oxyde ferreux, les équilibres s'établissent comme précédemment.

Nous avons obtenu les chiffres suivants :

Températures des phases solides.	$\frac{p_{H^2O}}{p_{H^2}}$.
875°	0,74
760	0,55
660	0,39
630	0,36
600	0,31
550	0,32
500	0,23
440	0,18
360	0,12

2° *Système oxyde ferreux, eau, hydrogène, oxyde magnétique.* — Nous avons mis 2^g d'oxyde ferreux dans la nacelle; à partir de 400° la vitesse d'oxydation est suffisamment rapide pour obtenir un équilibre en quelques

heures. Nous avons fait une autre série de mesures en plaçant dans la nacelle un mélange de 1g d'oxyde ferreux et 1g d'oxyde magnétique. Les résultats s'accordent avec les précédents.

Toutes ces mesures sont résumées dans le Tableau suivant :

Températures des phases solides.	$\frac{p_{H^2O}}{p_{H^2}}$.
860°	2
800	1,35
710	1
700	1
615	0,54
500	0,33
480	0,315
440	0,24

CHIMIE MINÉRALE. — *Dédoublement optique des iridotrioxalates.* Note de M. **Delépine**, présentée par M. Armand Gautier.

Au cours de recherches relatives à la préparation de dipyridinotétrachloro-iridites $[Ir(C^5H^5N)^2Cl^4]M$, j'ai observé la formation de deux espèces de sels, les uns rouges, les autres orangés, ce qui pose pour la première fois la question de l'*isomérie de position* cis et trans dans les combinaisons de l'iridium. Désireux de faire quelques essais en vue de connaître les configurations respectives des deux sortes de sels, et ayant utilisé pour cela les iridotrioxalates $Ir(C^2O^4)^3M^3$, il m'a paru intéressant de vérifier, chemin faisant, si ces derniers présenteraient le genre d'*isomérie optique* que la théorie de coordination de M. Werner prévoit [1], isomérie que ce savant a déjà signalée, entre autres, pour les chromotrioxalates [2], les rhodotrioxalates [3], et annoncée pour les cobaltitrioxalates [4], et qui constitue une remarquable extension du principe de la dissymétrie moléculaire établi par Pasteur.

Je rappelle que, d'après M. Werner, si les six places de coordination

[1] Voir Conférence faite devant la Société chimique de France, le 24 mai 1912 : A. Werner, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. XI, 1912.

[2] A. Werner, *Berichte d. d. ch. Gesells.*, t. XLV, 1912, p. 3061.

[3] *Ibid.*, t. XLVII, 1914, p. 1955.

[4] A. Werner, *Revue scientifique*, 1914, 1er sem., p. 321.

disposées aux sommets d'un octaèdre autour d'un atome central sont occupées par paires contiguës, du fait de l'introduction de trois radicaux bivalents (ou de molécules bivalentes), il y a deux dispositions possibles, asymétriques, qui sont l'image spéculaire l'une de l'autre.

Les produits synthétiques, comme l'iridotrioxalate de potassium, doivent donc être des racémiques dédoublables en modifications actives sur la lumière polarisée, inverses l'une de l'autre. En fait, par l'intermédiaire des sels de strychnine, ce sel, comme les chromo- et rhodoxalates, peut être scindé en sel droit et sel gauche.

L'iridotrioxalate de potassium qui m'a servi a été préparé, pour une petite partie, par le procédé de Gialdini à qui l'on en doit la découverte [1]; pour le reste, par un procédé nouveau qui consiste à faire réagir l'oxalate de potassium dissous en quantité convenable sur l'hexachloriridate, l'hexachloriridite, ou le dichloro-dioxaliridite de potassium, à 130° pendant 8 heures, ce qui se fait commodément dans un autoclave ordinaire; ou bien même à faire bouillir ces mélanges pendant une cinquantaine d'heures. On obtient intermédiairement un sel bien cristallisé

$$2\,Ir(C^2O^4)^3K^3 + KCl + 8\,H^2O,$$

dissociable en l'absence de chlorure.

L'iridoxalate de potassium dissous donne, avec le sulfate de strychnine dissous, les *d* et *l*-iridoxalates de strychnine peu solubles, séparables par des cristallisations fractionnées, le sel de l'acide droit étant le moins soluble. Au lieu de décomposer le racémique par tout le sulfate de strychnine à employer, il est plus avantageux de n'ajouter ce dernier que par fractions et de séparer chaque fois les précipités; ce sont là des détails qui ne sauraient être développés davantage ici. Les séparations, passablement longues, aboutissent à deux sels de strychnine bien cristallisés, diversement hydratés, qui ont à l'état anhydre la formule $Ir(C^2O^4)^3H^3.(C^{21}H^{22}N^2O^2)^3$ avec des pouvoirs rotatoires respectifs (à $\frac{1}{200}$ environ) $[\alpha]_D = +11°,8$ et $-56°,4$, soit $[M]^D = +172°$ et $-854°$, d'où l'on tire théoriquement pour l'ion iridoxalique $[M]_D = \pm 513°$, valeur que fournissent sensiblement les sels de potassium, de baryum et d'argent.

Le sel de potassium dextrogyre a été préparé en décomposant le sel de strychnine dextrogyre délayé dans 10 parties d'eau, par la dose théorique de potasse à froid, séparant la strychnine, puis évaporant le filtrat à froid; cristallisé avec $2H^2O$, il a donné $[\alpha]_D = +81°,5$ pour un échantillon, $+83°,2$ pour un autre (à $\frac{1}{50}$ environ). Le sel lévogyre, que j'avais préparé par décomposition à chaud avec le carbonate de potassium, puis évaporation de la liqueur au *bain-marie*, m'avait fourni d'abord des cristaux légèrement racémisés, $[\alpha]_D = -75°$ à $-78°$; mais ceux qui vinrent ensuite donnèrent $[\alpha]_D = -81°,7$. On peut donc dire que le sel $Ir(C^2O^4)^3K^3, 2H^2O$ a un pouvoir rotatoire de $\pm 82°$, soit $[M]_D = \pm 501°$.

---

[1] C. Gialdini, *Gazz. chim. ital.*, t. XXXVIII (2e Partie), 1908, p. 485.

Les sels de baryum, préparés en décomposant au moyen d'eau de baryte titrée les deux sels de strychnine dissous à chaud dans 40 parties d'eau bouillante, ont la formule $[IrC^2O^4)^3]^2Ba^3 + 15H^2O$; ils ont donné respectivement $[\alpha]_D = +62°,6$ et $-62°,4$, soit en moyenne $[\alpha]_D = \pm 62°,5$ et $[M]_D = \pm 499°$.

Les sels de potassium et de baryum actifs cristallisent bien, sont plus solubles que les racémiques correspondants. Par contre, les sels d'argent, dont le racémique est si facile à préparer par double décomposition entre le sel de potassium et le nitrate d'argent, n'ont pu être obtenus que sous forme de masses granuleuses amorphes, qu'il a fallu précipiter par l'alcool, et encore sont-ce des sels légèrement potassiques que j'ai eus. Le sel lévogyre a donné $[M]_D = -513°$.

Les sels actifs supportent 100° à 125° sans modification de leur pouvoir rotatoire; leurs solutions à froid pendant 40 jours n'ont pas montré de variation, mais à 100° elles manifestent une diminution lente de quelques centièmes à l'heure.

Les pouvoirs rotatoires indiqués ci-dessus pour la lumière du sodium n'ont que la valeur de points déterminés sur une courbe d'allure inconnue *a priori*. M. Werner a signalé que les métalloxalates du chrome, du rhodium et du cobalt ont des dispersions rotatoires anomales. Il en est de même des iridoxalates. Ces phénomènes étaient d'ailleurs à prévoir depuis que l'on sait, par les travaux de M. Cotton [1], que les solutions de corps actifs absorbants ont une dispersion rotatoire anomale. Les iridoxalates actifs ont la belle couleur orangée des sels racémiques; leur solution est d'un beau jaune d'or qui absorbe les couleurs du spectre en allant du violet au vert. M. Bruhat a bien voulu soumettre la solution du *d*-irido-trioxalate de potassium à des mesures qui seront publiées ailleurs; il a constaté que cette solution présente une anomalie de dispersion rotatoire et un dichroïsme circulaire en relation avec la bande d'absorption; la rotation est maxima dans le bleu (où $\alpha = 300°$) et s'annule dans le violet (vers $\lambda = 455^{\mu\mu}$). Les phénomènes découverts par M. Cotton s'étendent donc au cas particulier de dissymétrie moléculaire présenté par l'iridium dans les irido-trioxalates.

CHIMIE MINÉRALE. — *Contribution à l'étude des alliages fer-zinc.* Note de M. F. **Taboury**, présentée par M. A. Haller.

Deux études importantes des alliages fer-zinc ont été faites : MM. Vigouroux, Ducelliez et Bourbon [2] ont appliqué la méthode des

(1) A. Cotton, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. VIII, 1896, p. 347.

(2) Vigouroux, Ducelliez et Bourbon, *Bull. Soc. chim.*, t. XI, 1912, p. 480.

forces électromotrices à toute la série des alliages de 0 à 100 pour 100 de fer. Vegesack ([1]), au contraire, a fait porter ses recherches sur les alliages pauvres en fer en appliquant la méthode thermique et la métallographie microscopique. Ces auteurs rapportent les analyses effectuées par divers chimistes de dépôts cristallins trouvés au fond de cuves à galvanisation, dont la teneur en fer variait de 5 à 7 pour 100. Vegesack indique seulement que leur composition correspond sensiblement à celle de la limite inférieure (7,3 pour 100 de fer) d'une suite de cristaux mixtes formés à partir de $FeZn^7$ (10,8 pour 100 de fer) et du zinc en excès. D'après lui ces cristaux à 7,3 pour 100 de fer réagiraient à 422° sur le zinc et formeraient d'autres cristaux mixtes renfermant 0,7 pour 100 de fer.

De leurs déterminations des forces électromotrices MM. Vigouroux, Ducelliez et Bourbon admettent comme dernière combinaison, la plus riche en zinc, celle qui correspond à $FeZn^7$ (10,8 pour 100 de fer).

Cependant les alliages à teneur en fer supérieure à 7,9 pour 100 présentant des forces électromotrices croissant à partir de zéro avec la concentration en fer semblent confirmer l'existence des cristaux mixtes à 7,3 pour 100 de Vegesack.

Ayant eu, à plusieurs reprises, à analyser des dépôts cristallins d'origines diverses, analogues à ceux cités plus haut et de teneur en fer variable (de 3,76 à 6,3 pour 100 de fer) se produisant toujours dans les cuves à galvanisation, au sein d'une grande masse de zinc, j'ai été amené à rechercher s'il existait des cristaux mixtes à 0,7 pour 100 de fer.

Ces dépôts sont recueillis à une température supérieure à 422°. Ils sont constitués par les cristaux mixtes à 7,3 pour 100 de fer. Mais comme ils se trouvent au sein d'une grande masse de zinc fondu, ils doivent, lorsqu'on les retire du bain, être mouillés par ce liquide. D'après Vegesack, par refroidissement, ils réagissent sur le zinc et ce dernier est remplacé par des cristaux mixtes à 0,7 pour 100 de fer. La métallographie microscopique de tous les échantillons dont j'ai pu disposer a montré des cristaux à section polygonale très nette enrobés dans une masse plus attaquable qu'eux par les réactifs. Restait à connaître la composition de cette masse. Était-elle constituée par du zinc ou par les cristaux mixtes à 0,7 pour 100 de fer? J'ai déterminé sur un grand nombre de préparations microscopiques le rapport des surfaces des deux constituants pour chaque échantillon. La connaissance de la densité de chacun d'eux et celle du ciment qui enrobait les cristaux admise, sans erreur sensible, égale à celle du zinc permettait facilement de calculer la teneur en fer de chaque échantillon en supposant l'un des constituants formé, soit par du zinc, soit par le cristal mixte à 0,7 pour 100 de fer, l'autre étant toujours formé par le cristal mixte à 7,3 pour 100 de fer. Les résultats,

---

([1]) Vegesack, *Zeit für an. Chemie*, t. CLII, 1906, p. 34.

dans le cas de la première hypothèse, concordaient exactement avec ceux qu'avait fournis l'analyse directe; on trouvait dans la seconde un pourcentage en fer toujours trop élevé. Ce procédé, sujet à des erreurs, avait besoin d'un contrôle: aussi ai-je cherché à confirmer ses indications en m'adressant à d'autres méthodes. Les déterminations des forces électromotrices ont été en parfait accord avec celles de MM. Vigouroux, Ducelliez et Bourbon. Dans le système $\left(Zn - \text{solution } SO^4Zn \frac{N}{20} - \text{alliage}\right)$ elles étaient sensiblement nulles ($0^{vol},002$ au maximum). Un des constituants doit donc être formé par du zinc. Ce résultat a été confirmé par l'analyse chimique. L'alliage à étudier, à l'état de poudre très fine, a été traité par l'acide acétique très étendu et souvent renouvelé. Le résidu, non magnétique dans tous les cas, avait une teneur en fer oscillant autour de 7,1 pour 100. J'indiquerai enfin qu'il suffit de chauffer dans un vase en fonte ou en fer du zinc, un peu au-dessus de son point de fusion, pendant quelques heures pour provoquer la formation de cristaux mixtes à 7,3 pour 100 de fer. Ceux-ci se trouvent rassemblés au fond du culot et présentent au microscope un aspect identique à tous les échantillons étudiés, malgré un refroidissement très lent.

Conclusions. — Dans les cuves à galvanisation dont le zinc reste à une température un peu supérieure à son point de fusion, pendant plusieurs mois, il se dépose des cristaux de composition identique à celle des cristaux mixtes à 7,3 pour 100 de fer indiqués par Vegesack. Ceux-ci sont pris dans une masse constituée par du zinc.

Il est à noter que Vegesack indique que la transformation (cristaux mixtes à $7,3 + Zn \rightarrow$ cristaux mixtes à $0,7$) se fait très lentement.

Peut-être faut-il voir dans ce fait l'explication de la discordance de nos résultats.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les sulfates chromiques solides.* Note [1] de M. A. SÉNÉCHAL, présentée par M. A. Haller.

La déshydratation d'un sulfate violet de chrome à 90° donne naissance, d'après Recoura [2], à un sulfate vert $(SO^4)^3Cr^2, 8H^2O$ dans lequel le chrome et les groupes (SO^4) sont dissimulés. Colson [3] attribue à cette combinaison la formule $(SO^4)^3Cr^2, 6H^2O$, et Wyrouboff [4] a proposé $(SO^4)^3Cr^2, 5H^2O$.

---

[1] Présentée dans la séance du 13 juillet 1914.

[2] RECOURA, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. IV, 1895, p. 494.

[3] COLSON, *Bull. Soc. chim.*, t. XII, 1907, p. 459.

[4] WYROUBOFF, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXVII, 1902, p. 666.

Le sulfate violet $[Cr^2(H^2O)^{12}](SO^4)^3, 2H^2O$ commence à se déshydrater dans le vide sec dès 30°, et, sous la pression atmosphérique, à 50°-55°. Le sel verdit peu à peu et se compose alors de deux phases. L'une immédiatement soluble dans l'eau glacée est du sulfate violet; l'autre est un sel vert amorphe qui, après dessiccation dans le vide sec, possède la composition $(SO^4)^3Cr^2 6H^2O$. On peut ainsi connaître, par des dosages, la fraction de sel violet non encore altérée qui est contenue dans un sel en voie de transformation.

La valeur de ce rapport varie de 1 à 0, quand la composition globale du sel passe de $(SO^4)^3Cr^2, 14H^2O$ à $(SO^4)^3Cr^2, 6H^2O$. Il ne se forme ainsi au cours de cette première étape de la déshydratation qu'une seule espèce définie. Le chrome et les ions (SO^4) sont à la fois dissimulés dans la solution fraîchement préparée de ce corps. Pour cette raison, on peut lui attribuer la formule de constitution $\left[Cr^2 \begin{matrix}(SO^4)^3 \\ (H^2O)^6\end{matrix}\right]$ qui est celle d'un non-électrolyte.

La substitution des groupes (SO^4) aux molécules d'eau qui se détachent d'un noyau complexe sous l'action de la chaleur a lieu conformément à l'équation

$$[Cr^2(H^2O)^{12}](SO^4)^3, 2H^2O = \left[Cr^2 \begin{matrix}(SO^4)^3 \\ (H^2O)^6\end{matrix}\right] + 2H^2O.$$

Il ne paraît pas se former en quantité appréciable des composés intermédiaires dans lesquels un ou deux ions (SO^4) seulement seraient dissimulés.

Le sulfate $\left[Cr^2 \begin{matrix}(SO^4)^3 \\ (H^2O)^6\end{matrix}\right]$ se dissocie avec lenteur dans l'air sec à 80° et donne finalement naissance à un nouvel hydrate vert $(SO^5)^3Cr^2, 3H^2O$. Toutes les substances de composition comprise entre $(SO^3)^3Cr^2, 6H^2O$ et $(SO^4)^3Cr^2, 3H^2O$ sont solubles dans l'eau d'autant plus lentement que leur teneur en eau est plus faible.

Elles subissent à l'état dissous une évolution vers un même état d'équilibre qui est celui d'une solution de sulfate violet longtemps abandonnée à elle-même.

L'hydrate $(SO^3)^3Cr^2, 3H^2O$ perd de l'eau dès 150° environ en donnant des produits de couleur gris vert, puis gris rose; il faut élever la température jusqu'à 400° pour obtenir le sel anhydre sous forme d'une poudre brun jaunâtre. Tous ces corps sont insolubles dans l'eau, même bouillante. Cependant on parvient à les dissoudre si l'on opère, comme dans le cas de $CrCl^3$, en présence d'agents réducteurs (Zn + HCl), etc.

Le volume moléculaire des sulfates chromiques de composition comprise

entre $(SO^4)^3Cr^2, 14H^2O$ et $(SO^4)^3Cr^2, 3H^2O$, se comporte comme une propriété additive. On peut calculer la densité de ces corps si l'on connaît celle de l'un d'entre eux, et celle de l'eau à l'état solide.

Composition du sel.	Densité (30°).	Volumes moléculaires observés.	Volumes moléculaires calculés.
$(SO^3)^3Cr^2, 14H^2O$.....	1,376	468,0	»
» 13,05......	1,396	449,7	449,4
» 11,97......	1,416	428,5	428,3
» 10,7.......	1,449	403,0	403,4
» 8,8.......	1,503	366,1	366,1
» 6,83......	1,569	327,8	327,3
» 4,0.......	1,698	273,2	272,5
» 3,22......	1,735	259,2	258,3

Le volume moléculaire varie linéairement entre ces limites et l'espèce définie $(SO^4)^3Cr^2, 6H^2O$ ne se manifeste pas aucun point anguleux.

Au contraire, le volume moléculaire des sels obtenus par la déshydration de $(SO^4)^3Cr^2, 3H^2O$ diminue plus rapidement que ne le voudrait une loi d'additivité; leurs densités diffèrent d'ailleurs légèrement avec les conditions de température dans lesquels ils ont été préparés :

Composition du sel.	Densité (30°).	Volumes moléculaires observés.	Volumes moléculaires calculés.
$(SO^4)^3Cr^2 . 3,22H^2O$..	1,735	259,2	258,3
» $2H^2O$.....	1,844	232,1	232,8
» H^2O......	1,971	208,0	213,2
$(SO^4)^3Cr^2$ anhydre...	2,221	176,3	193,6

La dissociation progressive du sulfate $(SO^4)^3Cr^2, 14H^2O$ donne ainsi des sels qu'on peut classer en deux groupes :

Le premier contient au moins trois espèces définies :

$$(SO^4)^3Cr^2, 14H^2O, \quad \left[Cr^2 \begin{matrix}(SO^4)^3\\(H^2O)^6\end{matrix}\right], \quad \left[Cr^2 \begin{matrix}(SO^4)^3\\(H^2O)^3\end{matrix}\right].$$

Ces corps se recombinent avec l'eau et se dissolvent d'autant plus rapidement que leur richesse en eau est plus grande; leurs volumes moléculaires peuvent se déduire rigoureusement les uns des autres en appliquant une règle d'additivité. Le second groupe contient le sulfate anhydre brun et les produits de la déshydration de $(SO^4)^3Cr^2, 3H^2O$. Il est difficile de distinguer parmi eux l'existence d'espèces définies en l'absence de données physiques plus précises que des variations de coloration.

Les substances de ce groupe sont insolubles dans l'eau par simple contact et paraissent ne plus posséder, dans des conditions ordinaires, qu'une activité chimique très affaiblie. Leur volume moléculaire n'obéit pas à une loi d'additivité; mais il est remarquable qu'il s'en éloigne fort peu. Mlle Feytis (1) a observé que les susceptibilités magnétiques des sulfates chromiques, depuis $(SO^4)^3Cr^2, 16H^2O$ jusqu'à $(SO^4)^3Cr^2$, peuvent se calculer avec une assez bonne approximation si l'on connaît celle de l'un d'entre eux et celle de l'eau. Le volume moléculaire et la susceptibilité magnétique des sulfates chromiques hydratés possèdent donc, malgré des différences considérables de constitution, un caractère nettement additif qui tend toutefois à s'atténuer chez les sels peu riches en eau du second groupe.

Ce résultat doit être rapproché du fait que les sulfates chromiques et particulièrement ceux du premier groupe sont *des complexes imparfaits* (2). Dans de tels composés, les éléments et les groupes qui entrent dans la constitution du complexe sont dissimulés d'une manière toujours précaire et imparfaite, et gardent encore dans cet état dissimulé une partie des propriétés physiques et chimiques qui les caractérisent à l'état libre.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'hydrate de brome.* Note (3) de M. H. Giran, transmise par M. Paul Sabatier.

On admet, pour l'hydrate de brome, la formule $Br^2 + 10H^2O$ sur la foi d'expériences de Löwig (*Ann. Pogg.*, t. XVI, 1829, p. 376). Mais, en se reportant au travail de ce chimiste, on constate que c'est par suite d'une erreur dans le calcul du poids de brome correspondant à un poids déterminé de AgBr que ce résultat a été obtenu.

L'auteur dit, en effet, avoir analysé 20^g de cristaux d'hydrate, qui lui ont donné $13^g,4$ de AgBr renfermant $9^g,1$ de bronze. Or, $13^g,4$ de AgBr contiennent, non pas $9^g,1$, mais $5^g,70$ de brome. C'est d'ailleurs ce que fait remarquer Poggendorff, en note du Mémoire de Löwig, mais il attribue cette erreur à l'inexactitude du nombre expérimental $13^g,4$.

Si l'on admet cette hypothèse, c'est-à-dire si l'on considère comme exact le poids $9^g,1$ de brome dans 20^g d'hydrate, on trouve bien la formule classique $Br^2 + 10H^2O$ (ou, plus exactement, $Br^2 + 10,6\,H^2O$). Mais, si

(1) Mlle Feytis, *Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 886.

(2) Urbain et Sénéchal, *Introduction à la Chimie des complexes*, p. 7, 221.

(3) Présentée dans la séance du 13 juillet 1914.

l'on admet que le poids ($13^g,4$) du AgBr est exact, il faut alors prendre $5^g,70$ de brome pour 20^g d'hydrate, ce qui conduirait à la formule $Br^2 + 22,4\ H^2O$. On ne peut donc pas déduire des expériences de Löwig la composition certaine de l'hydrate de brome.

Il est vrai que, plus tard, en 1884, Roozeboom a donné, lui aussi, la formule $Br^2 + 10H^2O$.

Mais, d'autre part, la composition de l'hydrate de chlore a été tout d'abord déterminée par Faraday qui lui assigna la formule $Cl^2 + 10H^2O$. Roozeboom, reprenant l'étude de ces cristaux, a trouvé $Cl^2 + 8H^2O$. M. de Forcrand déduit de ses travaux sur la chaleur moléculaire de solidification que la formule de cet hydrate est $Cl^2 + 7H^2O$. Enfin, M. Villard, généralisant les résultats de ses expériences, a admis que les hydrates de gaz dissociables, susceptibles d'exister seulement à l'état solide, ont pour formule générale $M + 6H^2O$.

Ces résultats m'ont amené à penser que l'hydrate de brome était, sans doute, moins riche en eau que ne l'indiquait la formule $Br^2 + 10H^2O$ et j'ai entrepris d'en déterminer à nouveau la composition.

Je me suis tout d'abord adressé à l'analyse thermique. Les dissolutions moins riches en brome que la solution saturée donnent un *liquidus* formé d'abord d'une courte branche rectiligne allant de 0° à l'eutectique dont les coordonnées sont $-0°,3$ et 3 pour 100, Br; puis, la courbe s'élève très rapidement jusqu'au moment où la dissolution est saturée ($+7°,5$ et 3,5 pour 100, Br). Pour des concentrations plus élevées, le système est formé de deux couches; par refroidissement, il donne naissance à de l'hydrate. A ce moment, il est composé de trois phases; il est donc devenu univariant et la formation de la phase solide doit se produire à une température constante. Aussi le liquidus est-il, dès lors, constitué par une ligne droite horizontale, d'ordonnée $+7°,5$, jusqu'au moment où l'on a une seule couche liquide formée de brome saturé d'eau (99,95 pour 100, Br); le liquidus descend alors brusquement jusqu'à $-7°,5$, point de solidification du brome pur.

Le *solidus* est formé de deux lignes horizontales, à $-0°,3$ (température de solidification de l'eutectique) et à $-7°,5$ (solidification du brome); la première correspond aux mélanges renfermant moins de 52,5 pour 100 de brome; la seconde aux mélanges plus riches.

Il est aisé de voir que ce changement brusque dans la température de solidification finissante correspond à la composition de l'hydrate. En effet, les mélanges plus riches en eau que l'hydrate laissent déposer celui-ci,

s'enrichissant en eau et, finalement, arrivent à la composition de l'eutectique et se solidifient; au contraire, les mélanges moins riches en eau que l'hydrate laissent déposer ce composé, s'enrichissent en brome et, finalement, ne contiennent plus que ce métalloïde qui se solidifie à $-7°,5$.

Les durées de solidification eutectique confirment ces résultats : elles s'annulent pour le mélange qui contient 52,5 pour 100 de brome.

On peut conclure de ces observations que l'hydrate de brome est représenté par la formule $Br^2 + 8H^2O$ qui contient théoriquement 52,63 pour 100 de brome.

J'ai voulu contrôler ces résultats par une analyse directe. Dans ce but, j'ai mis de l'hydrate de brome sur du kaolin bien desséché, dans un tube de verre maintenu à une température légèrement supérieure à 0° et je l'ai soumis à une centrifugation énergique. Le kaolin absorbait complètement l'excès d'eau ou de brome qui imprégnait l'hydrate; celui-ci, à l'état de solide bien sec, était ensuite analysé. J'ai trouvé les proportions de brome :

51,74, 53,35 et 52,10 pour 100,

ce qui confirme les résultats de l'analyse thermique.

CHIMIE. — *Poids atomique du plomb d'origine radioactive.* Note de MM. **Th.-W. Richards** et **M.-E. Lembert**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Mme Curie [1] et M. O. Hönigschmid et Mlle St. Horovitz [2] ayant publié leurs études sur cette matière dans les *Comptes rendus*, nous prenons occasion d'exposer ici le résultat de nos recherches respectives, vu qu'elles ont, entreprises indépendamment de celles des auteurs sus-nommés, abouti [3] premièrement à un résultat définitif.

Après neuf mois de travail entrepris sur l'initiative de M. Fajans dans le Laboratoire chimique de l'Université de Harvard, nous avons acquis la preuve directe de la théorie établie par MM. Fajans et Soddy, savoir que certains éléments diffèrent de poids atomique tout en offrant des qualités

---

[1] *Comptes rendus*, t. 158, p. 1676, séance du 8 juin 1914.

[2] *Comptes rendus*, t. 158, p. 1796, séance du 15 juin 1914.

[3] Communiqué par K. Fajans à la Société chimique de Karlsruhe le 8 mai et au Congrès de la Bunsen-Gesellschaft à Leipzig le 23 mai. Notre publication détaillée: *Journ. amer. chem. Soc.*, t. XXXVI, 1914, p. 1329 (remise le 16 mai).

identiques tant chimiques que spectroscopiques. Nous appuyant sur les conclusions des auteurs susdits nous avons choisi le plomb pour élément d'opération.

Rappelons brièvement deux points :

D'une part, le poids atomique du plomb provenant de la décomposition successive de l'uranium et du radium devrait être de 206,0, étant admis que le poids atomique du radium est de 226,0 et que chaque décomposition à rayons α équivaut à une perte de masse de 4,0 unités.

D'autre part, le poids atomique du membre non radioactif de la pléjade de plomb provenant du thorium devrait être de 208,4, tandis que celui du plomb ordinaire est, comme on sait, de 207,1.

Nos procédés d'analyse ont été en substance ceux suivis par Baxter et Wilson dans leur travail sur le poids atomique du plomb. Après avoir soumis le chlorure du plomb obtenu de différents minéraux à de nombreux procédés de purification, nous l'avons cristallisé à plusieurs reprises dans des récipients de silice et de platine.

Il a été peu difficile d'obtenir, dans chacun de ces cas, un chlorure de plomb si pur que nul procédé chimique ni spectroscopique n'a pu y démontrer la moindre impureté de quelque importance.

La parfaite pureté des échantillons de plomb que nous avons analysés nous est surtout garantie par le fait que, en continuant les procédés purificateurs, nous avons trouvé la même valeur du poids atomique.

Méthode de l'analyse. — Le chlorure de plomb, séché dans le dessiccateur, a été chauffé jusqu'à fusion dans un courant de gaz chlorhydrique et d'azote; refroidi, il a été pesé, puis dissous dans une grande quantité d'eau; enfin le chlore a été précipité par le nitrate d'argent. Tant le poids de l'argent nécessaire à la précipitation, que celui du précipité de chlorure d'argent, a été relevé suivant les procédés en usage à Harvard. D'après ce principe, et dans des conditions absolument identiques, nous avons procédé à des analyses parallèles du plomb ordinaire et du plomb extrait de minéraux radioactifs.

Quoi qu'il nous importât moins d'établir des valeurs absolues que des valeurs relatives, nous ferons cependant remarquer la concordance de notre chiffre (indiqué ci-après) concernant le plomb ordinaire avec le chiffre correspondant du Tableau international, vu que cette concordance parle en faveur de l'exactitude de nos mesures.

Quant aux détails de l'analyse ainsi que des procédés de purification, ils sont contenus dans notre Mémoire complet.

Voici les résultats :

		±
Plomb de carnotite (Colorado)	206,59	0,01
» de pechblende (Joachimsthal)	206,57	0,02
» » (Caroline du Nord)	206,40	0,05
» » (Cornwall)	206,86	0,02
» de thorianite (Ceylan)	206,82	0,01
» ordinaire de commerce	207,14	0,01

Le spectre du plomb de carnotite s'est montré identique à celui du plomb ordinaire.

Concernant la discussion détaillée des résultats ci-dessus au point de vue de la théorie, nous renvoyons aux études de M. Fajans [1]. Il suffit de mentionner ici que les quatre premiers minéraux sont des minéraux d'uranium pratiquement exempts de thorium, que nous devons surtout à la complaisance de sir William Ramsay et MM. B. Boltwood, E. Giesel et K. Fajans. La pechblende de la Caroline du Nord nous a surtout offert une matière extrêmement pure et son poids atomique s'écarte le plus de celui du plomb ordinaire. La thorianite contenait, outre 60 pour 100 de thorium, 22 pour 100 d'uranium, donc aussi du plomb d'uranium.

De son côté, M. Soddy [2] a fait deux analyses relatives du plomb de thorite contenant peu d'uranium et a trouvé comme moyenne la valeur théorique 208,4; mais on ne peut pas encore considérer leur résultat comme définitif. Les résultats de M. M. Curie et ceux de M. Hönigschmid et Mlle Horovitz sont en bon accord avec les précédents.

Pour déterminer avec précision les relations quantitatives, il nous semble utile de recueillir encore un certain nombre de faits expérimentaux; aussi avons-nous l'intention de poursuivre activement ces recherches.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une méthode de dosage de l'urée.* Note de MM. A. Desgrez et R. Moog, présentée par M. Armand Gautier.

Malgré le grand nombre de réactions et de méthodes proposées pour le dosage de l'urée, les biologistes savent que cette opération ne présente pas encore, avec une exactitude suffisante, la rapidité indispensable à l'exécu-

(1) *Die Naturwissenschaften*, t. II, 1914, p. 543; *Sitzber. Heidelberger Akad. d. Wiss.*, 1914, p. 11.

(2) *Journ. chem. Soc.*, juin 1914.

tion simultanée d'un certain nombre de recherches. L'un de nous a fait connaître ([1]), avec E. Feuillié, une modification de la méthode de M. Bouchard, qui est basée sur la décomposition de l'urée par le réactif de Millon. La technique que nous avons proposée offre l'inconvénient d'exiger l'emploi d'une cuve remplie de chloroforme. L'appareil et le dispositif que nous présentons aujourd'hui permettent d'opérer dans une cuve à eau, l'emploi du chloroforme étant limité au remplissage de l'uréomètre. L'étude de la marche de la réaction nous a conduits à adopter une technique que nous croyons satisfaisante aux deux points de vue de l'exactitude et de la rapidité. Nous avons été amenés à constater qu'un corps pulvérulent, ajouté au réactif, joue le rôle d'un véritable catalyseur, avec ce double avantage d'accélérer la décomposition de l'urée et de la rendre complète dès la température de 17°. Après comparaison des divers corps capables de jouer ce rôle auxiliaire, notre choix s'est fixé sur la terre d'infusoires. Voici comment se prépare notre réactif :

Mercure....................	50g
Acide nitrique à 36° B.........	100g

Faire dissoudre à froid. D'autre part, agiter fortement 1g de terre d'infusoires avec 100g d'eau, laisser déposer pendant 1 minute et prélever le liquide surnageant qui sera ajouté, volume à volume, à la solution mercurique.

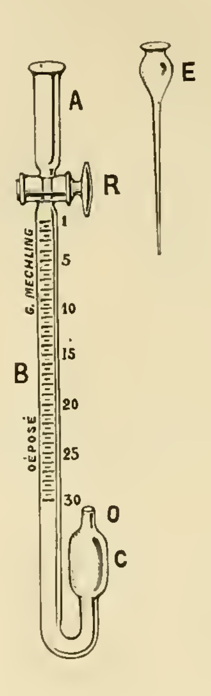
Notre uréomètre consiste en un tube gradué en dixièmes ou vingtièmes de centimètre cube, suivant que le dosage doit porter sur l'urine ou sur un sérum convenablement déféqué ([2]). Ce tube se compose de deux parties : l'une A, servant à l'introduction des liquides par l'intermédiaire du robinet R ; l'autre B, portant la graduation et recourbée à sa partie inférieure pour former une courte branche ascendante munie d'une ampoule C. Le remplissage s'effectue de la manière suivante : prenant l'appareil de la main gauche par sa partie inférieure, on bouche l'orifice O avec le doigt et l'on verse le chloroforme dans l'entonnoir E dont la douille pénètre dans la voie du robinet R. Quand le niveau du liquide atteint la partie médiane du réservoir A, on retire l'entonnoir et, soulevant doucement le pouce placé en O, on laisse le chloroforme remplir la partie B. Le robinet R est alors fermé. A partir de ce moment, l'appareil étant fixé dans un porte-burette annexé à la cuve à eau, on y introduit successivement le liquide à doser,

([1]) *Comptes rendus*, t. 153, p. 1007.

([2]) A. Desgrez et R. Moog, *Bull. Soc. de Biol.*, t. LXXI, p. 717.

l'eau de lavage et le réactif. Le remplissage étant terminé, l'uréomètre est plongé dans la cuve à eau dont la température est maintenue au voisinage de 25°. S'il s'agit d'urine, on opère sur 1^{cm^3} et l'on effectue le lavage avec environ 2^{cm^3}; on introduit alors 6^{cm^3} de réactif préalablement agité.

Dès le début, le dégagement gazeux est très abondant. On utilise alors la pince fixée au bain-marie pour soulever l'appareil. Le mélange est abandonné à lui-même pendant 30 minutes. Au bout de ce temps, on sort l'uréo-



mètre du bain et, en bouchant l'orifice O avec le pouce droit, on agite l'uréomètre en l'inclinant à 45°. L'agitation se pratique non de haut en bas, mais d'avant en arrière, pour éviter la formation d'une émulsion plus ou moins persistante entre le chloroforme et le liquide aqueux. On répète cette manœuvre deux ou trois fois, à deux minutes d'intervalle; fixant alors l'uréomètre dans la pince tournée extérieurement au bain-marie, on procède au lavage du gaz en faisant passer, par le réservoir A, 150^{cm^3} d'eau. Il est utile, lorsqu'on en a fait passer la moitié, d'agiter fortement le liquide. Au cours de ce lavage, la majeure partie de l'acide carbonique a été dissoute. Pour en enlever les dernières traces, on fait écouler lentement 2^{cm^3} d'un mélange à parties égales de lessive de potasse et d'eau. Il ne reste plus, pour ramener le chloroforme au même niveau dans les deux branches, qu'à

incliner fortement l'appareil, tout en maintenant la petite branche au-dessus de la grande. On termine le dosage à la manière ordinaire, en faisant la lecture dans une cuve d'eau.

Nous avons étudié la réaction à différentes températures. Pour une solution renfermant 16g,87 d'urée par litre, le dosage donne 13g,98 à 10°-11°, 15g,21 à 12°-13°, 15g,93 à 14°-15°; enfin, à 17°, 16g,93, c'est-à-dire un résultat satisfaisant. Si le dosage peut ainsi se faire dès 17°, il exige environ une heure à cette température, alors qu'il peut être terminé en 40 minutes, si l'on opère entre 25° et 30°.

C'est à cette température que divers dosages nous ont donné les chiffres suivants :

	Trouvé.	
	g	g
I. Solution d'urée à 25g,30 pour 1000.....	25,29	25,31
	25,27	25,31
	25,34	25,35
	25,23	25,33
	25,32	25,41
II. Solution d'urée à 20g,16 pour 1000.....	20,22	20,16
III. Solution d'urée à 16g,87 pour 1000.....	16,76	16,94
	16,92	16,86
	16,85	16,91
	16,93	»
IV. Solution d'urée à 12g,65 pour 1000.....	12,60	12,60
	12,69	12,76

Nous devons ajouter en terminant que, seule, parmi les divers constituants azotés connus de l'urine, l'allantoïne se décompose lentement dans les conditions de notre dosage. Mais on sait que la proportion de cette substance, dans l'urine humaine, est extrêmement faible (0g,015 environ par 24 heures).

CHIMIE ANALYTIQUE ET BIOLOGIQUE. — *Analyse quantitative gravimétrique de petites quantités d'urée pour des dilutions supérieures à $\frac{1}{1000}$.* Note de M. **R. Fosse**, présentée par M. E. Roux.

A la suite des résultats obtenus en dosant pondéralement sous la forme de sa combinaison définie et cristallisée

$$O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH - NH - CO - NH - CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O.$$

l'urée en solution dans l'eau pure, à des titres compris entre 1g et 5g, après

avoir, d'autre part, constaté que des matériaux de l'urine, la carbamide est le seul qui produise un précipité xanthylé, dans des conditions données, nous avons institué une nouvelle méthode de mesure de ce corps dans ce liquide d'excrétion, dilué à $\frac{1}{10}$.

Le xanthydrol permet-il de titrer l'urée à des concentrations comparables à celles qui se présentent dans le sang de l'homme et des animaux?

Ce but peut être atteint, avec plus ou moins d'avantages, suivant le cas, soit par la méthode précitée qui, utilisée pour des liqueurs dont la concentration en urée était supérieure ou égale à 1^g par litre, reste encore applicable à des dilutions voisines de $0^g,2$ par litre, soit par d'autres procédés parmi lesquels nous décrirons le suivant :

Dosage de petites quantités d'urée à des concentrations comprises entre $0^g,100$ *et* 1^g *par litre.*

Composition du milieu de précipitation de l'urée.

	cm³
Solution d'urée	1
Acide acétique cristallisable..............	2
Liqueur méthylique de xanthydrol à $\frac{1}{10}$......	$3 \times \frac{1}{20}$

Mode opératoire A. — *La solution d'urée, exactement mesurée, étendue de deux fois son volume d'acide acétique, reçoit à trois reprises et à* 10 *minutes d'intervalle* $\frac{1}{20}$ *de son volume de xanthydrol méthylique. Le précipité est recueilli* 1 *heure après la dernière addition du réactif.*

Mode opératoire B. — *Le mélange formé par* 1^{vol} *de solution d'urée et* 2^{vol} *d'acide acétique est additionné d'une quantité de xanthydrol méthylique égale à* $\frac{1}{20}$ *du volume total. Durée de la condensation :* 1 *heure.*

Si l'on soumet à l'analyse gravimétrique 1^{cg} d'urée, empruntée à des liqueurs dont la concentration varie entre $0^g,100$ et 1^g par litre, on constate que l'erreur commise, par excès ou par défaut, affecte généralement la troisième décimale du titre, plus rarement la deuxième.

En opérant sur des quantités d'urée très petites

$$0^g,002 \quad \text{et} \quad 0^g,0025$$

et en déterminant les faibles poids d'uréine correspondants ($0^g,014$ et $0^g,0175$ environ) à l'aide d'une balance d'analyse *ordinaire* [1], on obtient encore, au signe près de l'erreur commise, des résultats voisins des précédents.

---

[1] Ces mesures seront reprises avec un instrument plus sensible.

L'analyse de l'uréine total démontre que sa pureté diminue légèrement lorsque le rapport du xanthydrol à l'urée augmente dans le milieu qui lui a donné naissance.

Titre en urée (litre).			Poids d'uréine.		Poids d'urée.		Rapport du xanthydrol à l'urée.	Analyse de l'uréine. Théorie N %: 6,66. Trouvé par la méthode	
Théorie.	Trouvé.	Erreur.	Théorie.	Trouvé.	Théorie.	Trouvé.		Dumas.	Schlœsing.
g 0,100	0,1024	+0,0024	0,07	0,0717	0,01	0,01024			
	0,1023	+0,0023		0,0716		0,01023	150	»	6,30
	0,103	+0,003		0,0721		0,0103			
	0,096	−0,004	0,0175	0,0169	0,0025	0,00241			
	0,098	−0,002		0,0172		0,00245			
	0,098	−0,002		0,0172		0,00245			
	0,099	−0,001	0,014	0,0139	0,002	0,00198			
	0,096	−0,004		0,0135		0,00192			
	0,096	−0,004		0,0135		0,00192			
0,125	0,128	+0,003	0,07	0,0722	0,01	0,0103	120	»	6,31
	0,128	+0,003		0,0722		0,0103			
	0,123	−0,002	0,0175	0,0173	0,0025	0,00247			
	0,123	−0,002		0,0173		0,00247			
	0,122	−0,003		0,0171		0,00244			
0,200	0,201	+0,001	0,07	0,0704	0,01	0,01005	»	»	»
	0,202	+0,002		0,0709		0,0101			
	0,202	+0,002	0,14	0,0142	0,002	0,00202			
	0,204	+0,004		0,0143		0,00204			
	0,201	+0,001		0,0141		0,00201			
	*0,198	−0,002		0,0139		0,00198			
	*0,201	0,001		0,0142		0,00202			
	*0,2001	+0,0001		0,0141		0,00201			
0,250	0,2514	+0,0014	0,07	0,0704	0,01	0,010057	60	6,50	6,41
	0,250	0		0,07		0,01			
	*0,2517	+0,0017		0,0705		0,01007			
	*0,2525	+0,0025		0,0707		0,0101			
	0,248	−0,002	0,0175	0,0174	0,0025	0,00248			
	0,247	−0,003		0,0173		0,00247			
	*0,247	−0,003	0,014	0,0139	0,002	0,00198			
	*0,251	+0,001		0,0141		0,00201			
0,500	0,500	0	0,14	0,14	0,02	0,02	30	6,62	6,44
	0,4995	−0,0005		0,1399		0,01998			
	0,5002	+0,0002		0,1401		0,02001			
	0,500	0	0,07	0,07	0,01	0,01			
	0,500	0		0,07		0,01			
	*0,498	−0,002		0,0698		0,00997			
	*0,498	−0,002		0,0698		0,00997			

Titre en urée (litre).			Poids d'uréine.		Poids d'urée.		Rapport du xanthydrol à l'urée.	Analyse de l'uréine. Théorie N %: 6,66. Trouvé par la méthode	
Théorie.	Trouvé.	Erreur.	Théorie.	Trouvé.	Théorie.	Trouvé.		Dumas.	Schlœsing.
0,500	*0,505	+0,005		0,0707		0,0101			
	0,500	0	0,0175	0,0175	0,0025	0,0025			
	0,496	−0,004		0,0174		0,00248			
	*0,500	0		0,0175		0,0025			
	*0,496	−0,004		0,0174		0,00248			
	*0,502	+0,002	0,014	0,0141	0,002	0,00201			
	*0,492	−0,008		0,0138		0,00197			
1	0,979	−0,021	0,14	0,1371	0,02	0,01958	15	6,71	6,55
	0,981	−0,019		0,1374		0,01962			
	0,980	−0,02		0,1372		0,01960			
	0,985	−0,015	0,014	0,0138	0,002	0,00197			
	0,985	−0,015		0,0138		0,00197			
	*0,975	−0,025		0,0137		0,00195			
	*0,975	−0,025		0,0137		0,00195			
	*0,985	−0,015		0,0138		0,00197			

Les résultats précédés d'un astérisque correspondent au mode opératoire B; les autres, au mode opératoire A.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la lactone oxalocitrique et sa transformation en acide tricarballylique.* Note de M. H. Gault, présentée par M. A. Haller.

La lactone oxalocitrique, produit de condensation de l'éther oxalacétique, se transpose sous l'influence de l'acide chlorhydrique à l'ébullition en acide coumaline-6-carbonique [1]. L'action de l'acide chlorhydrique à cette température diffère donc essentiellement de celle qu'on observe dans le cas de l'acide cétovalérolactonecarbonique. On parvient cependant à déterminer l'ouverture de la chaîne cétolactonique en faisant réagir l'acide chlorhydrique ou l'eau sur la lactone, mais à une température voisine de 180°, en tube scellé. Dans ces conditions, il ne se forme plus d'acide coumalinecarbonique : on obtient uniquement de l'acide tricarballylique à côté d'une forte proportion de résines et, dans le cas de l'eau, de lactone

[1] *Comptes rendus*, t. 159, p. 72.

inaltérée. La réaction se réduit à une simple hydrolyse :

$$
\begin{array}{ll}
COOC^2H^5.CH^2 & COOH-CH^2 \\
\quad | H & \quad | \\
COOC^2H^5.C - O & COOH-CH \\
\quad | \quad\quad CO \quad \rightarrow & \quad | \\
COOC^2H^5.CH - COOH & COOH-CH^2
\end{array}
$$

Si l'action directe des agents d'hydrolyse, acide chlorhydrique ou eau, ne constitue pas en réalité une transformation commode de la lactone oxalocitrique en acide tricarballylique, l'alcoolyse conduit, par contre, à des résultats très différents.

J'ai indiqué récemment [1] une méthode de préparation de l'acide tricarballylique basée sur le dédoublement, sous l'influence de la chaleur, de la lactone oxalocitrique en anhydride carbonique et éther propanetétracarbonique; ce dédoublement s'effectuant en l'absence de tout agent d'alcoolyse, j'ai dû admettre qu'il se produisait aux dépens d'une partie de la molécule, hypothèse vérifiée d'ailleurs par la constance du rendement obtenu (45-50 pour 100). Dans ces conditions, j'ai été naturellement conduit, pour améliorer le rendement, à réaliser cette alcoolyse par action de la chaleur, non plus sur la lactone seule, mais bien en présence d'un excès d'alcool éthylique absolu.

En chauffant pendant plusieurs heures à l'autoclave la lactone oxalocitrique avec son poids d'alcool, on observe à l'ouverture de l'appareil, une pression considérable; d'autre part, si l'on a chauffé à température suffisamment élevée, pratiquement entre 180°-200° et pendant un temps suffisant; la solution alcoolique résiduelle ne se colore plus au contact du perchlorure de fer, réaction spécifique du dédoublement *intégral* de la lactone. Après traitement approprié, on obtient un produit relativement mobile qui, soumis à la distillation fractionnée sous 20^{mm}, fournit trois portions, passant, la première (3 pour 100) entre 90°-100°, la deuxième (30 pour 100) entre 180°-185°, la troisième (60 pour 100) entre 200°-205°. Ces trois fractions redistillées, puis saponifiées en milieu acide, ont fourni quantitativement, la première de l'acide oxalique, les deux autres de l'acide tricarballylique pur (F. 162°), mais la troisième seule donnant lieu, dans ces conditions, à un dégagement d'anhydride carbonique. La comparaison des points d'ébullition, la nature des produits de saponification montrent que les trois produits ainsi obtenus dans l'action de l'alcool sur la lactone sont, d'une part, l'éther oxalique, d'autre part, l'éther tricarballylique et l'éther propanetétracarbonique.

La formation de l'éther propanetétracarbonique s'explique aisément par

[1] *Comptes rendus*, t. 158, p. 631.

l'alcoolyse directe; la formation d'éther tricarballylique à côté d'éther oxalique est, par contre, plus difficile à interpréter : je ne suis parvenu dans aucun cas à caractériser dans les produits de la réaction, soit l'acide citrique, soit l'acide aconitique dont la formation eût pu correspondre à la séparation d'éther oxalique.

En résumé, les résultats que j'ai obtenus jusqu'à présent m'ont permis de conclure que, sous l'influence des agents d'hydrolyse et d'alcoolyse, la chaîne cétolactonique de la lactone oxalocitrique s'ouvre ou non, avec départ simultané d'anhydride carbonique, suivant qu'on effectue la réaction à haute température (180°-200°) ou à température moyenne (100°-120°). Dans ce dernier cas, l'acide chlorhydrique transpose la lactone oxalocitrique en acide coumaline-6-carbonique, l'eau et l'alcool ne réagissent pas; dans le premier cas, au contraire, l'acide chlorhydrique et l'eau ouvrent la chaîne cétolactonique en conduisant par saponification ultérieure à l'acide tricarballylique, mais avec un rendement peu satisfaisant; l'alcool fournit dans les mêmes conditions, mais avec un rendement presque théorique, un mélange d'éthers tricarballylique et propanetétracarbonique qui se transforme quantitativement en acide tricarballylique par saponification chlorhydrique. Si donc la méthode la plus rapide de préparation de l'acide tricarballylique à partir de la lactone oxalocitrique consiste à la distiller, il est, par contre, plus avantageux au point de vue du rendement de réaliser cette transformation par action directe de l'alcool à 180°. Dans ces conditions et en suivant le mode opératoire que j'ai indiqué précédemment ([1]), le rendement en acide tricarballylique calculé à partir de l'éther oxalique atteint 50 à 60 pour 100.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la présence d'un alcool et d'un acide, tous deux en* C^{32}, *dans la cire de* Tachardia lacca. Note de M. **Albert Gascard**, présentée par M. E. Jungfleisch.

La gomme laque en branches (sticklac du commerce) cède à l'alcool à 95° bouillant la totalité de la résine et la plus grande partie de la cire; il reste des fragments de bois et les cadavres des insectes gorgés de matière colorante. Ceux-ci retiennent une petite quantité (0,4 à 1 pour 100 du

([1]) *Comptes rendus*, t. 158, p. 631 et 711.

poids du sticklac) d'une substance cireuse que le benzène dissout à l'ébullition et abandonne pendant le refroidissement.

Décoloré par le noir animal, purifié par des lavages à l'alcool bouillant et des cristallisations dans le benzène, ce corps fond à 94°. Il est insoluble dans l'alcool, l'éther et l'acide acétique, soluble à chaud dans le chloroforme et le benzène. C'est un éther-sel; la potasse le saponifie, donnant un alcool B et un acide A qu'on sépare à l'état de sel de calcium.

La combinaison de A et B régénère le produit primitif fondant à 94°.

Alcool :

L'alcool B, purifié par des cristallisations dans l'alcool éthylique et dans le benzène, se présente en lamelles losangiques dont les angles paraissent être de 60° et 120°, car la petite diagonale de ces losanges semble les diviser en deux triangles équilatéraux [1]. Il est peu soluble à froid, très soluble à chaud dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, le benzène et fond à 88°.

Le phosphore et l'iode le transforment en éther iodhydrique qu'on purifie par dissolution dans le benzène et cristallisations dans l'éther. Les belles lamelles losangiques, ainsi obtenues, fondent à 71°. Elles ont donné, à l'analyse, 21,926 et 21,958 d'iode pour 100. Le calcul indique, pour les éthers en C^{31}, C^{32}, C^{33}, les nombres 22,597, 22,048, 21,525. Les résultats obtenus correspondent donc à l'éther $C^{32}H^{65}I$.

L'amalgame de sodium agissant sur cet iodure, en solution dans un mélange chaud d'alcool absolu et de benzène, donne de l'iodure de sodium et le carbure saturé correspondant $C^{32}H^{66}$ qui, purifié par dissolution dans le benzène et précipitation par l'alcool, fond à 70°,5; c'est précisément le point de fusion trouvé par Krafft pour le carbure en C^{32}, alors que celui en C^{31} fond à 68°,1.

La formule de l'alcool B est donc $C^{32}H^{66}O$. Il est différent de l'alcool myricique de Brodie qui paraît être en C^{30} et fond à 85°-86°. Nous proposons de le nommer *laccerol* (*dotriacontanol*).

---

(1) Lorsque le produit n'est pas complètement purifié, les lamelles se groupent soit autour d'un point, soit autour d'une ligne courbe et, au sein du benzène sous le microscope, donnent l'aspect d'aiguilles. Il suffit de laisser évaporer le benzène de la préparation pour constater la forme losangique de ces cristaux. Cette figure ne se retrouve plus quand le produit est moins pur.

Nous avons observé la forme en lamelles losangiques pour un grand nombre de termes élevés de la série grasse saturée (alcools, iodures, éthers, nitriles, acides, carbures), lorsque nous poussions assez loin la purification. De telle sorte que cet aspect cristallin devient pour nous une preuve de purification.

Il est permis de se demander si cette constance de la forme est une simple coïncidence ou si plutôt la longue file des groupes CH^2 n'entraîne pas une symétrie cristalline indépendante de la fonction.

Acide :

L'acide A, séparé du sel de calcium, cristallise dans le benzène en lamelles losangiques fondant à 95°-96°. Le point de fusion de son éther éthylique est 76°. M. Sundwick (*Zeit. physiol. Chem.*, t. XXXII, 1901, p. 355) a retiré de la cire de *Psylla alni* un acide (psyllostéarylique) qui présente ces mêmes points de fusion et auquel il attribue la formule $C^{33}H^{66}O^{2}$. Nous avons cru tout d'abord à l'identité de ces deux acides, mais nous avons reconnu qu'en réalité l'acide A correspond à l'alcool laccerolique et doit être $C^{32}H^{64}O^{2}$.

En effet, par réduction de l'éther éthylique de cet acide A (méthode de Bouvault et Blanc), nous avons obtenu un alcool fondant au même point que le lacccrol et qui, mélangé à lui, n'en abaisse pas la température de fusion. De plus, la combinaison de l'acide A avec l'alcool β fond exactement à 94° comme le produit extrait du sticklac.

D'autre part, l'oxydation de l'alcool B (laccerol) par la potasse à 250° fournit un acide α que des purifications assez pénibles amènent à fondre à 95°, ajouté à l'acide A il n'en modifie pas le point de fusion. La combinaison αB fond à 94° comme AB et Aβ. Enfin le mélange de ces trois corps fond également à 94°.

Nous proposons pour l'acide en C^{32} correspondant au laccerol le nom de *lacceroïque* (dotriacontanoïque).

L'éther-sel, isolé de la gomme laque en branches et décrit ci-dessus, est donc le résultat de la combinaison de l'acide lacceroïque avec l'alcool laccerolique, le lacceroate de lacceryle

$$C^{32}H^{63}O^{2} - C^{32}H^{65}.$$

MINÉRALOGIE. — *Sur une association de cristaux d'inégale symétrie.* Note de M. A. Duffour, présentée par M. F. Wallerant.

I. On sait quels précieux renseignements, tant sur l'action moléculaire en général que sur la structure et la notation rationnelle des cristaux, fournit l'examen de leurs associations spontanées et régulières.

Aussi, m'a-t-il semblé intéressant d'en signaler une que j'ai rencontrée dans l'étude des cristaux mixtes formés par les bichromates isodimorphes de potassium et d'ammonium.

II. Ces cristaux mixtes, tous moins riches en sel ammoniacal que les liqueurs mères, forment deux séries : les uns, tricliniques comme le sel potassique, apparaissent dans les solutions aqueuses renfermant un mélange des deux sels qui contient moins de 65 pour 100 en poids de sel ammoniacal.

Lorsque cette proportion est dépassée, les solutions ne fournissent plus que des cristaux mixtes monocliniques, isomorphes du sel ammoniacal ainsi que d'une forme instable du sel potassique, précédemment décrite ici-même [1].

Si, cependant, on laisse évaporer une solution contenant un mélange à 60 pour 100 en poids de bichromate ammoniacal, les premiers cristaux formés ne sont généralement pas tricliniques; d'assez larges lamelles monocliniques, très aplaties suivant $p(001)$, se déposent tout d'abord, quoique instables, grâce à la sursaturation de la liqueur. Elles renferment de 32 à 35 pour 100 de sel ammoniacal. Les cristaux tricliniques, qui en contiennent de 22 à 25 pour 100 environ, n'apparaissent qu'ensuite, sous la forme de prismes allongés qui, fait remarquable, sont tous accolés à la surface des lamelles monocliniques, la plupart régulièrement orientées vis-à-vis de leur support.

Les lamelles monocliniques, si on les laisse au contact de la liqueur mère, ne tardent pas à disparaître par dissolution, de sorte qu'il ne reste plus bientôt dans le cristallisoir que les prismes tricliniques, groupés parallèlement en un grand nombre de petits amas, témoins de leur association première.

III. Pour définir, par rapport aux cristaux monocliniques, l'orientation des cristaux tricliniques, parmi les multiples notations arbitraires proposées pour ces derniers, j'adopterai, provisoirement tout au moins, celle du répertoire de Groth [2]. Elle consiste à noter $g^1(010)$ la face de clivage facile, $h^1(100)$ et $p(001)$ celles de clivage distinct, la première, h^1, faisant $96°24'$ avec g^1 s'il s'agit du sel potassique pur.

Dans ces conditions, c'est toujours la face de clivage facile g^1 qui coïncide avec la base p des cristaux monocliniques. L'arête h^1g^1 des premiers s'oriente en outre parallèlement à l'axe binaire de ces derniers. Ce parallélisme n'est d'ailleurs pas rigoureux, car il comporte une tolérance dont on se rend aisément compte au goniomètre et dont l'ordre est le degré.

Les cristaux tricliniques, n'ayant pas de plan de symétrie, les conditions de coïncidence ainsi définies sont visiblement compatibles avec deux orientations de ces cristaux, opposées à 180°. Ces deux orientations existent effectivement. Il suffit, pour s'en assurer, d'examiner en lumière conver-

---

(1) *Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 1022.

(2) *Chem. Kryst.*, t. II, p. 586.

gente monochromatique les divers cristaux tricliniques formés sur un même cristal support monoclinique, après avoir pris soin toutefois d'orienter celui-ci dans son azimut d'extinction. Le pôle de l'axe optique visible apparaît alors tantôt à droite, tantôt à gauche du plan de symétrie du cristal monoclinique.

IV. Des cristaux monocliniques d'orientation ainsi opposée se soudent fréquemment l'un à l'autre en grossissant. Aussi, après dissolution de leur support commun, constituent-ils autour de la normale à leur face commune un premier type binaire de *pseudo-groupements*. Visiblement, en effet, les propriétés de cette normale ne sont pour rien dans l'existence de cette association, contrairement à ce qui aurait lieu dans le cas d'un groupement normal. C'est en somme la réalisation expérimentale d'un processus d'association qui, selon M. Wallerant ([1]), expliquerait certains de ces groupements anormaux dont un assez grand nombre de minéraux, le quartz, l'amphibole, la galène entre autres, nous offrent des exemples.

Il se forme aussi des pseudo-groupements d'une seconde espèce. Il est rare, en effet, que les cristaux mixtes monocliniques ne soient pas mâclés par deux autour de leur axe binaire quasi ternaire avec accolement suivant a^1. Chacun d'eux servant de base à des cristaux tricliniques qui se soudent en grossissant, la disparition des premiers laissera des *pseudo-groupements*, ternaires cette fois, autour de l'arête $h^1 g^1$ des cristaux tricliniques.

Comme les cristaux ainsi accolés peuvent être de même sens ou de sens contraire, c'est en tout trois sortes de pseudo-groupements des cristaux tricliniques qu'il est possible d'observer, un binaire et deux ternaires.

V. Les notations proposées jusqu'ici pour les cristaux tricliniques de bichromate potassique et celle de Groth, en particulier, ne font pas apparaître la raison de ces associations. Elle devient évidente au contraire si, conservant pour plan de coordonnées les trois plans de clivage, on les note ainsi : $p(001)$, plan de clivage facile et d'accolement sur la base des cristaux monocliniques; h^1 et g^1, plans de clivage distinct, le dernier faisant $96^\circ 24'$ avec p.

Dans ces conditions, les paramètres ainsi que les angles des rangées correspondantes peuvent être utilement comparés pour les cristaux tricliniques et monocliniques :

([1]) *Cristallographie*, p. 496.

		a.	*b.*	*c.*	α.	β.	γ.
$Cr^2O^7K^2$	Triclinique.........	0,9886	1	1,7938	82°	83°.47′	90°.51′
$Cr^2O^7K^2$	Monoclinique......	1,0167	1	1,7716	90	88. 5	90
$Cr^2O^7Am^2$	Monoclinique......	1,0271	1	1,7665	90	86.18	90

D'après ce Tableau, c'est au *polymorphisme direct* que doit se rattacher le cas du sel potassique. Mais c'est surtout la quasi-identité des mailles planes du plan réticulaire $p(001)$ qui se manifeste pour les deux sels purs, potassique et ammoniacal. Il n'est pas douteux, bien que je n'aie pu encore faire de mesure précises d'angles ni de poids spécifiques, qu'il n'en soit de même pour les cristaux mixtes dont il vient d'être question et qui sont précisément accolés suivant cette face p.

Cette simple, mais étroite similitude de leurs réseaux plans suivant p doit suffire à orienter sur les cristaux monocliniques la première couche de particules cristallines tricliniques et assurer, par suite, la formation des groupements observés.

MINÉRALOGIE. — *Sur la déshydratation du gypse.* Note de M. C. GAUDEFROY, présentée par M. F. Wallerant.

Les propriétés physiques et chimiques du plâtre hémihydraté et anhydre, que j'ai produites dans une Note récente [1], m'ont permis de conclure que les diverses figures de déshydratation du gypse sont originairement formées par des cristaux d'hémihydrate. Ces cristaux sont uniaxes positifs et possèdent une réfringence et une biréfringence supérieure à celles du gypse. Ils ont la forme d'aiguilles prismatiques dont la section est un hexagone régulier, autant que la mesure des angles plans permet de le juger.

La transformation cristalline de l'hémihydrate en anhydre soluble a passé jusqu'à présent inaperçue. En effet, les figures constituées par l'hémihydrate qui prennent naissance par la première déshydratation du gypse ne changent pas de forme quand on les chauffe jusqu'à 200° et au-dessus, et leur biréfringence reste positive. La matière est alors de l'anhydre soluble. Pourtant l'apparence est un peu changée : l'anhydre a une réfringence un peu inférieure et une biréfringence à peu près double de celles de l'hémihydrate.

---

[1] *Comptes rendus*, t. 158, 29 juin 1914, p. 2006.

On peut observer directement la transformation sur la platine chauffante d'un microscope polarisant. On y place une aiguille d'hémihydrate entre nicols croisés. Bientôt sa teinte de biréfringence s'altère. On voit apparaître en divers points des paillettes différemment colorées, et bientôt une couleur uniforme s'étend sur tout le cristal : sa forme n'a pas changé, mais sa biréfringence a doublé.

La température à laquelle se produit cette transformation est la même que celle où se produit rapidement l'anhydre soluble dans l'étuve aérée, c'est-à-dire de 120° à 130°.

Mais on peut prouver directement que cette transformation est bien due au départ de l'eau. En effet, sans abaisser la température, on recouvre la préparation d'une cloche humide très plate. Aussitôt les paillettes diversement colorées reparaissent, et finalement la teinte primitive de l'hémihydrate s'étend sur tout le cristal. Il suffit d'enlever la clochette humide pour retourner à l'anhydre.

C'est un cas de transformation directe : le cristal anhydre s'oriente parfaitement sur celui de l'hémihydrate, et, grâce à l'égalité de leurs volumes moléculaires ([1]), l'anhydre prend la place de l'hémihydrate sans le briser.

Les zéolites aussi prennent et perdent de l'eau sans s'effleurir, mais par un phénomène tout à fait distinct de celui-ci. La tension de vapeur d'eau varie dans les zéolites d'une façon progressive pendant la transformation.

Pour savoir s'il y a un état intermédiaire entre l'anhydre et l'hémihydrate, j'ai mis en vase clos deux capsules contenant l'une de l'anhydre, l'autre de l'hémihydrate, et j'ai chauffé le tout pendant 30 minutes à la température de 110°. L'anhydre aussi bien que l'hémihydrate ont conservé séparément le même poids. Ce sont donc deux états chimiquement distincts.

Cette tranformation serait plutôt à rapprocher de celle qui se produit sur les cristaux de quelques oxalates complexes étudiés par Wyrouboff ([2]), et qui perdent une molécule d'eau dans l'air sec en restant transparents.

([1]) Cf. *Comptes rendus*, t. 158, 29 juin 1914, p. 2007.

([2]) *Bull. Soc. Min.*, t. XXIII, 1900, p. 65.

GÉOLOGIE. — *Les projets de chemin de fer de Yun-nan-fou au Sseu-tchoan et leurs relations avec la Géologie.* Note de M. J. **Deprat**, présentée par M. Pierre Termier.

Il est en ce moment question de l'établissement de lignes ferrées du Yun-nan au Sseu-tchoan. Au point de vue des terrains à traverser et de la physiographie de la région, je crois devoir faire les observations suivantes :

De Yun-nan-fou à Sui-fou, la ligne ferrée aurait à traverser des terrains (Cambrien, Dévonien, Carboniférien) d'une mobilité extrême jusqu'à Tchao-tong. La région, qui a l'allure d'une pénéplaine aux formes mûres dans les parties élevées, est profondément disséquée par l'érosion et entaillée par des affluents du Fleuve Bleu; les vallées sont récentes, en pleine voie de creusement, s'encaissant rapidement entre des versants prodigieusement abrupts à une profondeur énorme. Pendant tout l'été, la surface du sol, en mouvement par suite des pluies, est bouleversée par des éboulements constants et d'importance considérable. La descente sur Sui-fou serait faite par une vallée extrêmement difficile à suivre. Une telle ligne serait un travail remarquable, mais dont la construction rencontrerait des difficultés très grandes; et plus tard un entretien difficile et constant serait nécessaire. Au point de vue économique, on peut prévoir que le Yun-nan n'aura jamais rien à exporter au Sseu-tchoan, ni réciproquement et que d'autre part le Sseu-tchoan, ayant la grande artère du Fleuve Bleu comme exutoire, n'enverra jamais par fer, à des prix onéreux et pour un trajet de 2000^{km}, des marchandises passer par Haïphong.

Une ligne de Yun-nan-fou à Tchong-King rencontrerait les mêmes difficultés.

Connaissant par expérience les très mauvais terrains, la puissance exceptionnelle de l'érosion, l'instabilité des marnes des terrains primaires dans ces hautes régions, du reste d'une pauvreté frappante, j'exprimerai le vœu qu'une étude attentive des conditions géologiques précède le choix du tracé afin qu'un travail aussi grandiose soit accompli dans les meilleures conditions possibles et que les errements qui ont accompagné la construction de la ligne de Lao-Kay à Yun-nan-fou, dus à un manque total de renseignements au point de vue des terrains traversés et du modelé du sol, soient évités. On ne doit pas perdre de vue que l'Asie méridionale est une zone de relèvement récent où l'activité de l'érosion est exceptionnelle et où

la forme en cañon des vallées innombrables, sculptées dans des terrains de très mauvais aloi, est frappante. Les ingénieurs habitués à établir des projets dans d'autres régions doivent compter avec ces difficultés spéciales, inhérentes à la géologie de cette partie de l'Asie.

AGRICULTURE.— *Sur la composition chimique des bouillies bordelaises alcalines et sur le cuivre soluble qu'elles renferment.* Note de MM. **V. Vermorel** et **E. Dantony**, transmise par M. J. Violle.

La composition chimique des bouillies bordelaises a été étudiée par Millardet et Gayon, Berlèse, Tripodi, Formento, Besta, Sostegny, Pickering, etc.

D'après certains de ces auteurs, le cuivre insolubilisé se trouve dans ces bouillies à l'état d'hydrate $Cu(OH)^2$; d'après d'autres, à côté de l'hydrate se trouveraient différents sulfates basiques ainsi que des sulfates doubles de cuivre et de chaux.

Nous avons repris cette étude dans le but de déterminer les conditions de formation de ces différents composés et aussi de vérifier si les bouillies bordelaises alcalines étaient vraiment dépourvues de cuivre soluble. Voici nos constatations pour les différentes bouillies :

Bouillies bordelaises acides. — Ces bouillies, en dehors de sulfate de cuivre libre, sont presque uniquement constituées, quel que soit le mode de préparation, par des sulfates basiques de cuivre de couleur verte, à l'exclusion d'hydrates de cuivre. Le précipité est sans action, au moins immédiate, sur les solutions de sulfate ferreux neutres.

Bouillies bordelaises alcalines. — En opérant avec des proportions de sulfate de cuivre et de chaux rigoureusement déterminées, les mêmes dans chaque cas, il est possible d'obtenir deux bouillies bordelaises alcalines absolument différentes.

Premier cas. — *Bouillie bleue.* — Un lait de chaux *concentré* est versé *rapidement* dans une solution diluée de sulfate de cuivre. La quantité de chaux employée est telle qu'un excès de 100^g par hectolitre reste dans la bouillie. On obtient, dans ces conditions, un précipité bleu formé en majeure partie par de l'hydrate stable de Péligot, mélangé à de l'hydrate instable et à une faible proportion de sulfates basiques.

A l'ébullition, une partie seulement de ce précipité se déshydrate.

L'ensemble des hydrates bleus amène immédiatement, dans les solutions de sulfate ferreux, la formation de sulfate ferrique et d'hydrate cuivreux.

La formation d'hydrate stable de Péligot, au moins inattendue, a également lieu si l'on verse le sulfate de cuivre dans un excès de chaux, de façon à éviter la formation des sulfates basiques.

Les hydrates bleus de la bouillie ainsi obtenue, mis en présence de sulfate de cuivre, donnent très rapidement des sulfates basiques verts.

En dehors du cuivre insolubilisé, la bouillie bleue renferme du cuivre en solution. Le liquide qui surmonte le précipité est filtré, il est nettement coloré en bleu et renferme *à la fois* en solution du cuivre et de la chaux; il précipite à l'ébullition, ou spontanément, après un repos prolongé; il précipite également sous l'action du gaz carbonique, le précipité se redissolvant ensuite sous un excès du même gaz.

La quantité de cuivre en solution, existant ainsi dans les bouillies bordelaises alcalines bleues, évaluée en sulfate, peut atteindre jusqu'à 23g par hectolitre; elle diminue avec le temps.

Deuxième cas. — *Bouillie verte.* — Un lait de chaux est versé, d'autant plus lentement qu'il est plus concentré, dans une solution de sulfate de cuivre; la quantité de chaux employée est la même que dans le premier cas. Le précipité qui se forme est vert et non pas bleu; il est constitué presque uniquement par des sulfates basiques, tout comme le précipité des bouillies bordelaises acides.

Or les sulfates basiques ainsi formés ne sont pas modifiés par la présence de la chaux libre. Si, en effet, la formation de sulfates basiques, en partant de l'hydrate de cuivre et du sulfate de cuivre, est très facile, la réaction inverse n'est que partielle et très lente.

L'expérience suivante le prouve : si l'on fait une bouillie bordelaise alcaline bleue (hydrate) et si l'on ajoute à cette bouillie, très lentement, une solution de sulfate de cuivre, la couleur bleue de l'hydrate disparaît peu à peu pour faire place à la couleur verte des sulfates basiques. Pendant toute cette période, malgré les affusions de sulfate de cuivre, le milieu demeure sensiblement neutre au tournesol. Ceci indique très nettement qu'il est possible de neutraliser une quantité fixe de sulfate de cuivre par des quantités variables d'une même chaux.

Si l'on ajoute à cette bouillie acide verte, *après un repos de quelques minutes*, une quantité de chaux suffisante pour ramener l'alcalinité, la couleur bleue ne réapparaît que très lentement après plusieurs jours.

Cependant, si l'on chauffe dans l'eau un mélange de chaux et de sulfates basiques, on obtient immédiatement, à 100°, un précipité brun noir abondant d'hydrate tétracuivrique. L'apparition de cet hydrate est, sans doute, précédée de la formation de l'hydrate $Cu(OH)^2$ instable.

En dehors du cuivre insolubilisé, la bouillie alcaline verte renferme en solution, à la fois de la chaux et du cuivre; la proportion de ce dernier corps évaluée en sulfate atteint jusqu'à 41g par hectolitre, elle diminue avec le temps.

En résumé : 1° Quand on verse un excès de chaux dans une solution de sulfate de cuivre, on obtient, suivant la vitesse d'affusion de cette chaux,

soit des hydrates de cuivre bleus, soit des sulfates basiques de cuivre verts.

2° Dans le cas de la formation d'hydrates, il se forme surtout de l'hydrate stable de Péligot.

3° Les bouillies bordelaises *alcalines, contrairement à l'opinion classique,* renferment toutes, au moment de leur emploi, du cuivre à l'état dissous; de 2000 à 4000 fois plus qu'il n'en faut pour empêcher la germination du mildiou. Les reproches constamment adressés à ces bouillies sont donc absolument injustifiés.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *L'arsenic et le manganèse dans quelques produits végétaux servant d'aliments aux animaux.* Note de MM. **F. Jadin** et **A. Astruc**, présentée par M. L. Guignard.

Par nos recherches antérieures, nous pensons avoir apporté une contribution sérieuse à la généralisation de l'existence de l'arsenic et du manganèse dans les tissus des plantes. Les travaux des savants qui nous avaient précédés dans cette voie avaient surtout étudié les organes animaux; nos Mémoires ont permis d'étendre aux végétaux les considérations générales qu'on pouvait tirer de la présence de quantités infimes de ces divers éléments chimiques dans la cellule.

Il est logique, d'ailleurs, qu'entre les représentants de ces deux grands groupes naturels (animaux et végétaux), il y ait quelque relation à établir, l'animal tirant, sans doute, l'arsenic et le manganèse qu'il renferme, des aliments végétaux qu'il absorbe pour sa nourriture normale.

Dans les listes précédemment publiées par nous se trouvent déjà quelques organes végétaux constituant de véritables aliments pour les animaux. Nous avons multiplié ces exemples par de nouvelles analyses en suivant toujours les mêmes modes opératoires déjà utilisés; si bien que le Tableau ci-après porte un certain nombre de substances végétales d'origine diverse et qu'on donne habituellement en proportion plus ou moins grande à des animaux d'espèce variée : cheval, bœuf, mouton, porc, oiseaux de basse-cour, etc. Partout, nous avons constaté que les deux éléments chimiques recherchés étaient décelés et susceptibles d'être dosés.

I. — *Arsenic.*

	Aliments.	Origine.	Arsenic (en milligr.) p. 100 d'aliment. Frais.	Sec.
1.	Luzerne : *Medicago sativa* L. (Papilionacées)...	Éc. Agric. Montpellier	0,018	0,050
2.	Sainfoin : *Hedysarum humile* L. Id. ...	Id.	0,015	0,056
3.	Vesce : *Vicia sativa* L. Id. ...	Id.	0,020	0,054
4.	Trèfle : *Trifolium pratense* L. Id. ...	Tarn	0,012	0,037
5.	Pomme de terre : *Solanum tuberosum* L. (Solanées)........	Aveyron	0,008	0,031
6.	Betterave : *Beta vulgaris* L. (Chénopodiacées)..	Id.	0,005	0,061
7.	Peuplier : *Populus nigra* L. (Salicacées).......	Rennes	0,007	0,019
8.	Châtaigne : *Castanea vulgaris* Lam. (Cupulifères)........	Le Vigan	0,005	0,011
9.	Riz : *Oryza sativa* L. (Graminées)...........	Japon	0,007	0,008
10.	Maïs (graines) : *Zea mays* L. (Graminées).....	Tarn	0,030	0,036
11.	Maïs (tige et feuilles) : *Zea mays* L. (Graminées)..	Jard. Plant. Montpellier	0,004	0,027
12.	Orge : *Hordeum distichum* L. (Graminées).....	Lozère	0,050	0,055
13.	Avoine : *Avena sativa* L. (Graminées)..........	Id.	0,050	0,062
14.	Son........	Id.	0,010	0,012
15.	Fourrage des prés (les Graminées forment environ les 96-98 pour 100 de la masse)....... { *Anthoxanthum odoratum* L. (Graminées)........ *Holcus mollis* L. (Graminées). *Agrostis canina* L. (Graminées)........ *Lolium perenne* L. (Graminées)........ *Ranunculus acris* L. (Renonculacées)........ *Cerastium brachypetalum* Desp. (Caryophyllées).... *Linum angustifolium* Huds. (Linées)........ *Trifolium minus* Rehl. (Papilionacées)........ }	Tarn	0,025	0,053

II. — *Manganèse.*

Aliments.	Teneur pour 100. Eau.	Cendres.	Manganèse (en milligr.) pour 100 d'organe. Frais.	Sec.	Cendres.
1. Luzerne	64,00	3,35	1,80	5,00	53,73
2. Sainfoin	73,50	2,00	1,15	4,33	57,50
3. Vesce	62,90	4,75	1,00	2,68	21,05
4. Trèfle	67,50	3,55	1,75	5,38	49,29
5. Pomme de terre	74,46	0,85	0,036	0,14	4,23
6. Betterave	91,83	1,16	0,133	1,63	11,43
7. Peuplier (feuilles)	64,20	2,48	8,00	17,46	322,58
8. Châtaigne	55,45	1,00	0,70	1,56	140,00
9. Riz	13,66	1,11	0,80	0,93	72,00
10. Maïs (graines)	17,65	1,52	1,60	1,94	105,26
11. Maïs (tige et feuilles)	85,50	1,45	0,60	4,13	41,37
12. Orge	10,06	2,60	3,40	3,78	130,76
13. Avoine	19,66	2,99	4,00	4,97	133,77
14. Son	17,20	4,74	7,12	8,59	150,21
15. Fourrage des prés	52,75	6,80	8,00	16,93	117,64

1° Ces résultats, en donnant des chiffres pour des végétaux non encore examinés jusqu'ici, élargissent un peu le champ de nos expériences précédentes et confirment, une fois de plus, la présence de l'arsenic et du manganèse dans la cellule végétale.

2° Les quantités d'arsenic et de manganèse trouvées varient d'un aliment à l'autre dans des proportions considérables. Les colonnes se rapportant aux poids secs ou aux cendres fournissent des nombres plus facilement comparables entre eux.

3° Ainsi que l'a déterminé M. A. Gautier pour l'homme à propos de l'arsenic, il serait facile de calculer la proportion d'arsenic et de manganèse absorbée quotidiennement par un animal donné, d'après sa nourriture journalière moyenne.

4° Tout ceci constitue une démonstration expérimentale de l'origine alimentaire de l'arsenic et du manganèse, qu'on trouve normalement dans l'organisme animal.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le mécanisme des échanges entre la plante et le milieu extérieur.* Note de M. P. **Mazé**, présentée par M. E. Roux.

L'élaboration d'un poids déterminé de matière végétale exige, comme je l'ai montré pour le maïs, un volume constant de solution minérale de composition et de concentration définies [1].

Cette loi domine toute l'économie de la plante; elle régit ses échanges avec le milieu extérieur.

J'ai montré, d'autre part, que les racines excrètent des substances minérales et organiques; l'existence de cette fonction d'excrétion ne s'accorde pas avec l'hypothèse d'une membrane protoplasmique semi-perméable.

Il convient donc d'étudier le mécanisme de l'absorption des substances nutritives par les racines et de lui donner une base expérimentale.

Examinons d'abord le rôle de l'osmose.

Je rappelle que la plante emprunte à une solution nutritive l'eau et les éléments minéraux suivant des rapports constants que j'ai appelés *rapports physiologiques*.

La plante épuise donc les solutions étendues et concentre les solutions trop riches; les liqueurs nutritives bien constituées (solutions physiologiques) conservent leur composition initiale jusqu'à la disparition des dernières portions du liquide nutritif.

Dans les solutions trop concentrées la végétation se ralentit et la plante se dessèche, bien que ses racines plongent dans un milieu qui renferme tous les éléments nécessaires à son développement.

Si l'on applique, conformément aux idées régnantes, les lois de l'osmose à ce cas particulier, on peut prévoir que les racines, et, vraisemblablement, la tige et les feuilles, renferment les mêmes éléments que la solution nutritive et à la même concentration. En poussant la déduction jusqu'au bout, on a même le droit d'affirmer que les divers organes de la plante et surtout les feuilles tendent, sous l'influence de l'évaporation, à s'incruster de matières minérales.

L'expérience ne justifie pas ces déductions; on peut s'en rendre compte par divers moyens.

J'exposerai seulement les résultats fournis par des plants de maïs cultivés

---

[1] *Annales de l'Institut Pasteur*, t. XXV, p. 705; t. XXVII, p. 651 et 1093; t. XXVIII, janvier 1914.

en solutions minérales aseptiques additionnées de 2 ou 5 pour 100 de saccharose.

Quand la concentration du sucre atteint un degré que la plante tolère difficilement, elle perd sa turgescence au soleil et souffre d'une disette d'eau.

On détermine alors la teneur en sucres de la solution nutritive et des sucs des racines, de la tige et des feuilles.

Les résultats sont réunis dans le Tableau I; la richesse saccharine est exprimée en saccharose et calculée sur 100^{vol} de solution ou de suc.

Tableau I.

Sucre dans la solution nutritive.			Sucre dans les organes de la plante.			Poids de solution évaporée en grammes.
Au début.		A la fin.	Racines.	Tige.	Feuilles.	
5 pour 100	sucre réducteur.	1,896	»	3	3,2	357
	sucre total......	6,395	»	3,66	3,35	
2 pour 100	sucre réducteur.	0,117	1,66	1,56	1,41	576
	sucre total......	2,972	1,86	1,60	1,45	
2 pour 100	sucre réducteur.	0,260	2,25	2,3	2,77	843
	sucre total......	3,575	3,125	2,81	2,77	

On voit qu'il n'existe aucun rapport entre la composition saccharine de la solution nutritive et celle des divers sucs de la plante.

Les lois de l'osmose n'interviennent donc pas exclusivement dans les échanges qui ont abouti à ce résultat. J'ai dit que c'est le travail chimique de la plante qui les régit.

Supprimons ce travail chimique, ou tout au moins réduisons-le à une combustion respiratoire atténuée, en plaçant les plantes pendant 11 jours dans une pièce exposée au Nord, où ne pénètre qu'une lumière diffuse de faible intensité.

L'analyse donne alors les résultats suivants :

Tableau II.

Sucre dans la solution nutritive.			Sucre dans les organes de la plante.			Poids de solution évaporée en grammes.
Au début.		A la fin.	Racines.	Tige.	Feuilles.	
2 pour 100	sucre réducteur.	2,32	0,39	traces	0,2	893
	sucre total......	3,98	0,56	0,06	0,23	
5 pour 100	sucre réducteur.	3,92	1,166	traces	»	335
	sucre total	6.27	1,66	0,12	»	

Il faut en conclure que la plante, loin de s'enrichir en sucres, vit au contraire sur ses réserves. Les lois de l'osmose ne participent donc pas, d'une manière sensible, aux échanges qui s'effectuent entre les racines et la solution nutritive.

Cette conclusion s'imposait comme corollaire de la loi que j'ai énoncée au début; mais il était prudent de l'appuyer par des faits.

Dans un milieu trop riche en un ou plusieurs éléments nutritifs, les racines deviennent imperméables même à l'eau. Si l'on rappelle d'autre part que, dans les solutions « physiologiques », les substances organiques colloïdales sont absorbées, il faut en conclure que la fonction d'absorption des racines se réduit à une filtration, dont la vitesse est commandée à chaque instant par l'activité du travail chimique de la plante à cet instant même.

Ce résultat va nous permettre d'interpréter des faits d'observation qui sont restés inexpliqués jusqu'ici.

On sait que, chez les plantes à feuilles caduques, la reprise de la végétation est accompagnée de la production d'une pression interne qui peut atteindre 1 à 2 atmosphères chez certaines espèces. Cette pression est attribuée à la poussée des racines, mais on n'a pas songé vraisemblablement, en formulant une pareille hypothèse, que les poils absorbants sont incapables de supporter la moindre pression interne.

Le phénomène est dû à un appel de solution nutritive provoqué par le travail chimique qui se manifeste dès que la température devient favorable aux fonctions de nutrition. Mais comme les organes de transpiration font défaut, l'eau résiduelle s'accumule dans les tissus de la plante jusqu'à l'éclosion des bourgeons. La pression tombe avec l'apparition des feuilles, et c'est une dépression qu'on observe chaque fois que le travail chimique, sous l'influence des rayons solaires, atteint une activité telle que les racines ne peuvent l'alimenter.

L'hypothèse relative à l'existence d'une tension osmotique surprenante perd également toute vraisemblance en présence des faits que je viens de rappeler ou d'exposer.

Les cellules pourvues de réserves solubles peuvent en effet être assimilées aux poils absorbants des racines plongeant dans les solutions hypertoniques, elles s'imperméabilisent comme ces derniers; les faisceaux vasculaires qui sillonnent les racines de betterave sucrière transportent la sève ascendante sans provoquer la moindre tension osmotique dans les tissus avoisinants.

La plante constitue donc un système perméable à l'eau et aux substances

qu'elle tient en solution ou en suspension colloïdale; mais sa perméabilité est essentiellement réglable, non seulement dans les organes qui sont en relation avec le milieu extérieur, mais encore dans les divers tissus qui la composent.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Étude des réactions fermentaires accouplées.* Note [1] de M. J. **Giaja**, présentée par M. A. Dastre.

L'hydrolyse de l'amygdaline par les ferments doit être considérée comme appartenant aux réactions fermentaires accouplées. En effet, il ressort des travaux de E. Fischer, de Manson Auld, de H. E. Armstrong, E. F. Armstrong et F. Horton, de G. Bertrand et A. Compton, sur l'émulsine d'amandes, et des nôtres sur les ferments du suc digestif d'*Helix pomatia*, que dans chacun de ces deux cas le dédoublement de l'amygdaline doit être considéré comme résultant de l'action de deux ferments distincts. Dans le cas de l'émulsine d'amandes, en opérant à la température de 38°-40°, le dédoublement se fait en deux temps, comme il suit :

$$C^{20}H^{27}O^{11}N + H^2O = C^6H^{12}O^6 + C^{14}H^{17}O^6N \quad (1)$$

$$C^{14}H^{17}O^6N + H^2O = CNH + C^6H^5COH + C^6H^{12}O^6 \quad (2)$$

et dans le cas du suc d'*Helix* :

$$C^{20}H^{27}O^{11}N + H^2O = CNH + C^6H^5COH + C^{12}H^{22}O^{11} \quad (1a)$$

$$C^{12}H^{22}O^{11} + H^2O = 2C^6H^{12}O^6. \quad (2a)$$

En dehors de toute hypothèse, depuis qu'il a été démontré que les produits ultimes du dédoublement de l'amygdaline n'apparaissent pas au cours de la réaction dans les proportions théoriques qu'on trouve lorsque la réaction est terminée, il est évident que de l'étude de la vitesse d'apparition d'un des produits on ne saurait conclure sur la vitesse d'apparition des autres produits, mais qu'il y a lieu de les étudier séparément. A ce point de vue, l'amygdaline présente un intérêt tout particulier, car grâce à la nature des produits de son dédoublement, il est possible de suivre séparément l'activité des deux ferments qui concourent à son hydrolyse. En effet, pour l'émulsine d'amandes, en se rapportant aux formules (1) et (2), on verra que l'acide cyanhydrique est la mesure de l'activité du ferment agissant dans la seconde partie de la réaction (2) (*action fermentaire secondaire*); pour mesurer l'activité du ferment provoquant la réaction (1) (*action primaire*), on prendra la quantité de glucose mis en liberté, en ayant soin d'y déduire une quantité de glucose équimoléculaire à l'acide cyanhydrique

[1] Présentée dans la séance du 15 juin 1914.

trouvé au même moment. En ce qui concerne l'action du suc d'*Helix*, l'action primaire (1 *a*) sera mesurée par l'acide cyanhydrique mis en liberté; quant à l'action secondaire (2 *a*), elle sera mesurée par le pouvoir réducteur. Si l'on admet, toutefois, que le disaccharide est réducteur, ne connaissant pas son pouvoir réducteur on ne pourra pas mesurer d'une façon absolue l'activité du second ferment; mais en tout cas, pour des mêmes quantités d'acide cyanhydrique, l'intensité du pouvoir réducteur sera une mesure relative de cette activité.

Dans la présente Note, nous avons étudié l'influence de la concentration en amygdaline, la quantité de ferment restant constante, sur les vitesses d'apparition du pouvoir réducteur et de l'acide cyanhydrique, comparativement.

I. *Émulsine d'amandes.* — Voici une expérience faite à la température de 38° avec des concentrations d'amygdaline à 1,25 et 2,50 pour 100. Le sucre réducteur est exprimé en glucose; le pour 100 d'amygdaline hydrolysée est calculé d'après l'acide cyanhydrique.

	Amygdaline 1,25 pour 100.			Amygdaline 2,50 pour 100.		
Temps.	CNH.	Sucre réducteur.	Pour 100 d'amygdaline hydrolysée.	CNH.	Sucre réducteur.	Pour 100 d'amygdaline hydrolysée.
h m 0.50...	0,0258	0,4361	38	0,0216	0,444	15
1.40...	0,0472	0,7012	69	0,0445	0,826	32
2.30...	0,0634	0,8707	92	0,0742	1,188	54

De ce Tableau il ressort que la même quantité d'émulsine met en liberté dans le même espace de temps plus de sucre réducteur lorsqu'elle se trouve en présence d'une concentration plus forte d'amygdaline. Au contraire, on trouve l'acide cyanhydrique pendant une grande partie de la durée de la réaction en *quantités un peu plus fortes dans la concentration d'amygdaline la moins forte.* Ce fait, qui a été également signalé par Manson Auld, est constant bien que les différences entre les quantites d'acide cyanhydrique soient assez faibles. Nous l'avons constaté dans des expériences dans lesquelles l'acide cyanhydrique était dosé sur des volumes considérables de liquides, de telle façon que les différences obtenues sont en dehors des limites des erreurs de dosage.

II. *Ferments du sucre digestif d'*Helix. — Voici une expérience faite à la température de 39° avec les concentrations d'amygdaline à 2,50 et 5 pour 100.

	Amygdaline 2,50 pour 100.			Amygdaline 5 pour 100.		
t.	CNH.	Sucre.	Pour 100 d'amygdaline hydrolysée.	CNH.	Sucre.	Pour 100 d'amygdaline hydrolysée.
h m 0.40...	0,0621	0,525	45	0,0621	0,385	22,5
1.10...	0,116	1,275	89	0,145	1,080	53
3.25...	0,129	1,407	94	0,194	1,825	71

De cette expérience il est aisé de reconnaître presque exactement l'inverse de ce qu'on a observé pour l'émulsine d'amandes : c'est le sucre réducteur qui, pendant une grande partie de la durée de la réaction, apparaît *plus vite de la concentration d'amygdaline la moins forte*. Nous avons constamment retrouvé ce fait avec des concentrations d'amygdaline de 1 à 5 pour 100. Quant à l'acide cyanhydrique, il apparaît dans la première partie de la réaction sans être influencé par la concentration d'amygdaline.

Conclusions. — L'hydrolyse de l'amygdaline par l'émulsine d'amandes, aussi bien que par le suc digestif d'*Helix pomatia*, doit être considérée comme le résultat de deux actions fermentaires accouplées : une primaire et une secondaire. Ces deux actions sont différentes suivant qu'elles appartiennent à l'émulsine d'amandes ou au suc d'*Helix*. Pour l'émulsine d'amandes, la vitesse d'apparition du pouvoir réducteur croît avec la concentration d'amygdaline, tandis que, par contre, la vitesse d'apparition de l'acide cyanhydrique est plus grande lorsque la concentration d'amygdaline est plus faible. Pour le suc d'*Helix*, la vitesse d'apparition de l'acide cyanhydrique est indépendante de la concentration d'amygdaline, tandis que la vitesse d'apparition du pouvoir réducteur croît lorsque la concentration d'amygdaline décroît. La concentration d'amygdaline agit donc de la même façon sur les deux réactions secondaires dont l'intensité croît lorsque la concentration d'amygdaline décroît.

PHYSIOLOGIE. — *Action du virus rabique sur les Batraciens et les Serpents.* Note [1] de Mme **Marie Phisalix**, présentée par M. Edmond Perrier.

La plupart des Auteurs qui se sont occupés de la rage admettent, sans plus ample informé, que tous les Vertébrés à sang froid y sont réfrac-

[1] Présentée dans la séance du 13 juillet 1914.

taires. Cette opinion n'a cependant été vérifiée que pour un nombre très restreint d'espèces. M. J. Remlinger [1] a inoculé, sans réussir à les infecter, le virus fixe à des Poissons et à la Tortue mauritanique. Högyes dit bien avoir triomphé de la résistance de la Grenouille en la faisant vivre à l'étuve à la température de 35°; mais ni Babès, ni M. Remlinger n'ont pu observer à nouveau le fait.

Depuis 1910, j'ai inoculé à diverses reprises et en des saisons différentes, du virus fixe à plusieurs espèces de Batraciens et de Reptiles, en employant dans chaque série autant de sujets qu'il était nécessaire pour faire varier le lieu de l'inoculation : tissu conjonctif sous-cutané, péritoine, muscles, chambre antérieure de l'œil. Ces essais ont porté sur *Rana temporaria* et *esculenta*, *Bufo bufo*, *Salamandra maculosa*, parmi les Batraciens, sur *Anguis fragilis*, *Tropidonotus natrix* et *Viperinus*, *Vipera aspis*, parmi les Lézards et les Serpents.

Sur 10 séries de ces animaux, 3 ont été gardés à l'étuve à 35°, en compagnie de témoins, sans que les résultats fournis par les autres groupes aient été modifiés.

Ces résultats ont été très nettement négatifs en ce qui concerne la plupart des espèces précédentes; mais *Salamandres* et *Vipères* sont mortes constamment après l'inoculation de virus fixe, les premières en 5 à 12 jours, les secondes en 5 à 8 jours, avec des symptômes de paralysie, comme les animaux rabiques.

Ces expériences ont porté en tout sur 48 Vipères et 22 Salamandres.

Il n'a été observé aucune différence dans la durée de la survie suivant le lieu de l'inoculation : c'est ainsi que des Vipères, ayant reçu le virus fixe dans l'œil, ne mouraient pas plus vite que si l'inoculation avait été faite sous la peau.

Ces Vipères, possiblement enragées, n'étaient cependant paralysées que des muscles du corps, car elles pouvaient mordre en érigeant leurs crochets venimeux si on les excitait fortement; mais il leur était impossible de se mettre en position de défense et de se détendre brusquement, comme elles le font d'ordinaire. Livrées à elles-mêmes, elles restaient immobiles sur place jusqu'au moment de la mort.

L'autopsie ne révélait chez les sujets, Salamandres et Vipères, mortes après inoculation de virus fixe, que des lésions congestives banales, sans

---

[1] J. Remlinger, *La tortue terrestre est réfractaire à la rage* (*C. R. Soc. biol.*, 7 janvier 1905).

fixité déterminée. L'encéphale, émulsionné et inoculé à des sujets sains, faisait mourir ceux-ci, d'abord dans le même temps que le virus fixe, puis la durée de la survie diminuait peu à peu et n'était plus, dans l'un comme dans l'autre cas, que de 2 jours après le cinquième passage.

Vipères et Salamandres mouraient-elles de la rage? L'inoculation d'épreuve sous les méninges du lapin qui entraîne la certitude absolue, comme l'ont en 1881 montré Pasteur et Roux, a été pratiquée : l'émulsion suspecte de cerveau de Vipère et de celui de Salamandre a été inoculée à des lapins après trépanation : aucun n'a pris la rage et, de plus, aucun n'a été immunisé contre le virus fixe, inoculé un et plusieurs mois après : Vipères et Salamandres ne sont pas mortes de la rage.

Étaient-elles donc sensibles à l'inoculation de substance cérébrale non rabique? C'est ce que l'expérience a pleinement confirmé : *la substance nerveuse normale du lapin, ou celle de leur propre espèce, est un poison pour la Vipère et la Salamandre, tandis qu'elle n'a pas d'action nocive sur les autres animaux, semblablement inoculés.*

Il résulte de ces expériences que le Crapaud, l'Orvet, les Couleuvres tropidonotes sont, comme la Grenouille, les Poissons et la Tortue mauritanique, réfractaires à la rage expérimentale, communiquée par l'inoculation de virus fixe, et que les exceptions présentées par la Salamandre terrestre et la Vipère aspic tiennent à ce que ces animaux sont intoxiqués par leur substance nerveuse et par celle du lapin, que cette dernière soit saine ou rabique.

De nouvelles recherches sont en cours d'exécution pour élucider le mécanisme de l'immunité.

PHYSIOLOGIE. — *Étude comparée de l'action des rayons ultraviolets sur le pouvoir hémolytique et sur l'état colloïdal du sérum sanguin.* Note [1] de MM. **Pierre Delbet** et **Armand Beauvy**, présentée par M. A. Dastre.

Notre but a été de chercher si les modifications des propriétés du sérum qui se produisent sous l'influence des rayons ultraviolets s'accompagnent de modifications parallèles dans son état physico-chimique.

Nous avons choisi comme moyen d'étude le pouvoir hémolytique, et le plus souvent nous avons utilisé le pouvoir hémolytique naturel du sérum humain vis-à-vis des hématies de lapin.

---

[1] Présentée dans la séance du 6 juillet 1914.

Le sérum était placé dans des tubes de quartz transparent dont le diamètre intérieur varait de 3^{mm} à 5^{mm}. Les effets ont été plus rapides dans les tubes de 3^{mm}. Nous n'avons pas à tenir compte de ces différences puisque notre but était d'étudier non pas les modifications du pouvoir hémolytique en elles-mêmes, mais leurs relations avec l'état des colloïdes.

Les tubes de quartz étaient rangés sur un support de paraffine fusible à 5o. °Grâce à cet artifice, nous étions certains que la température du sérum au cours de l'irradiation ne s'élevait jamais à un degré capable de compromettre le résultat de l'expérience.

Les tubes étaient exposés sans interposition d'écran à 18^{cm} d'une lampe Heraeus (à vapeur de mercure), marchant à 2,5 ampères sous 110 volts.

Les résultats que nous allons donner ont été obtenus avec des sérums purs. On sait que l'action des rayons ultraviolets est plus intense sur les ferments dilués. Mais comme nous voulions étudier l'état des colloïdes, nous avons tenu à écarter tout ce qui, en dehors des rayons ultraviolets, pourrait les modifier.

Immédiatement après l'irradiation, nous faisions simultanément l'étude du pouvoir hémolytique et l'examen ultramicroscopique.

Le pouvoir hémolytique était étudié globalement, en comparant le sérum irradié à des doses décroissantes du même sérum non irradié en présence d'une même quantité d'hématies de lapin.

En outre, dans un certain nombre de cas, nous avons étudié séparément les modifications de l'alexine et celles de la sensibilisatrice.

L'étude à l'ultramicroscope a été faite de la manière habituelle.

Les fils électriques étaient munis d'un interrupteur et d'un commutateur permettant de faire passer ou d'interrompre le courant et d'en renverser le sens à volonté. Nous n'avons pas besoin de dire qu'on ne réussit pas toutes les préparations, mais nous devons insister sur la nécessité d'en faire plusieurs pour chaque sérum. Les sérums irradiés ou non ne sont jamais homogènes et deux gouttes d'un même sérum ne sont pas identiques au point de vue des colloïdes. L'éclairage était fourni par un arc électrique.

Nous devons dire d'abord que nous avons toujours vu tous les grains colloïdaux animés de mouvement brownien se porter très nettement vers le pôle positif. Ils ont donc tous une charge électronégative. Jamais nous n'avons constaté dans aucun sérum de grains électropositifs. Cette constatation est d'ailleurs en accord avec la théorie de l'électrisation de contact, généralement admise aujourd'hui.

Le pouvoir hémolytique naturel (homme antilapin) s'est montré, dans les conditions où nous nous sommes placés, remarquablement résistant.

En général, le pouvoir hémolytique global a été réduit de moitié après 75 minutes d'irradiation. Mais les différences entre les sérums ont été considérables.

Ainsi, de deux sérums irradiés simultanément : l'un, sérum d'un cancéreux cachectique, avait perdu au bout de 2 heures $\frac{7}{10}$ de son pouvoir hémolytique; l'autre, sérum d'un cancéreux non cachectique, avait à peine perdu moitié de son pouvoir hémolytique global après 3 heures.

Dans un autre cas d'irradiation également simultanée, le sérum d'un malade atteint d'arthrite tuberculeuse du genou avait complètement perdu son pouvoir hémolytique au bout de 4 heures, tandis que ce pouvoir était seulement réduit des trois quarts au bout du même temps dans le sérum d'un malade atteint de fracture de jambe.

Ces différences conduisent à se demander si l'étude de la résistance du sérum aux rayons ultraviolets ne pourrait pas fournir des renseignements à la clinique.

Au bout de 7 heures, le pouvoir hémolytique global a été complètement supprimé.

L'alexine a toujours été plus touchée que la sensibilisatrice. Ainsi, après 4 ou 7 heures d'irradiation, alors que le pouvoir hémolytique global était complètement supprimé, le sérum était partiellement réactivé par adjonction d'alexine.

Mais l'action des rayons ultraviolets n'est pas élective comme celle de la chaleur. Quand un sérum avait perdu partie ou totalité de son pouvoir hémolytique global, on pouvait le réactiver en lui ajoutant soit de l'alexine, soit de la sensibilisatrice, mais jamais complètement. L'alexine est plus altérée; mais quand elle est touchée, la sensibilisatrice l'est aussi.

La diminution ou la disparition de l'alexine et de la sensibilisatrice ne s'accompagnent pas de modifications parallèles des colloïdes du sérum visibles à l'ultramicroscope. Nous nous attendions à trouver des précipitations, des floculations, des coagulations des grains colloïdaux ; nous ne les avons pas observés.

En comparant l'aspect ultramicroscopique de chaque sérum avant et après les irradiations, nous n'avons pu trouver aucune différence constante.

Le nombre des grains colloïdaux ne peut être précisé, car pour le même sérum il est extrêmement variable d'une préparation à l'autre. Mais de l'ensemble des préparations faites pour chaque sérum avant et après irradiation, nous croyons pouvoir conclure que l'irradiation, même pro-

longée, n'entraîne pas de modifications dans l'aspect ultramicroscopique des colloïdes.

Nous avons prolongé une fois l'irradiation pendant 23 heures, le sérum ne contenait plus ni alexine, ni sensibilisatrice, et cependant il nous a été impossible de constater aucune différence dans l'aspect ultramicroscopique du sérum avant et après cette irradiation prolongée.

Dans tous les cas, les grains colloïdaux ont conservé après l'irradiation leur sensibilité électrique. Tous ont toujours été entraînés vers le pôle positif.

Ces expériences tendent à prouver que les propriétés hémolytiques du sérum ne sont pas liées à son état physico-chimique. On pourrait objecter que ces propriétés sont attachées à des grains particuliers impossibles à discerner sous l'ultramicroscope. Mais l'hypothèse de la disparition de certains grains colloïdaux, alors que les autres restent intacts, est bien invraisemblable.

Il serait peut-être prématuré de conclure dans l'état actuel de nos connaissances que l'alexine et la sensibilisatrice sont des substances spéciales dans le sens chimique du mot, mais c'est vers cette conclusion que nos expériences conduisent.

PHYSIOLOGIE. — *Influence de l'état d'adaptation de l'œil sur les lois de décroissance des temps de latence sensorielle pour diverses radiations lumineuses.* Note [1] de M. **Henri Piéron**, présentée par M. Dastre.

J'ai précédemment dégagé, d'anciennes déterminations de Berger et de Cattell, une *loi de décroissance des temps de latence* de réactions à des excitants lumineux en fonction de l'intensité croissante des excitations, et, ultérieurement, j'ai, par des recherches comportant des conditions plus précises, vérifié la validité de cette loi [2]. Mais il s'agissait uniquement, dans toutes ces expériences, de recherches faites avec adaptation complète de l'œil à l'obscurité. Des recherches avec état défini d'adaptation de l'œil à la lumière m'ont donné une loi de décroissance différente. J'ai entrepris alors une série de nouvelles recherches dans les deux états d'adaptation à

[1] Présentée dans la séance du 6 juillet 1914.

[2] *Comptes rendus*, t. 158, 26 janvier 1914, p. 274, et *Année psychologique*, t. XX, 1914, p. 63.

des radiations électivement filtrées par des écrans de Monpillard (rouges, $\lambda = 650$ à $\lambda = 700$; bleues, $\lambda = 440$ à $\lambda = 500$).

On sait que l'adaptation à l'obscurité favorise puissamment la vision des radiations bleues, les radiations rouges étant avantagées dans l'adaptation à la lumière. En fait, j'ai constaté que l'œil adapté à la lumière (et venant de fixer 12 secondes une surface ayant un éclat d'environ un tiers de bougie par centimètre carré) percevait au seuil, et sans intervalle photochromatique, la lumière bleue ou rouge, en vision fovéale, sur un diffuseur d'une surface de $0^{mm^2},75$, pour une intensité du rayonnement total de 22 millièmes de bougie-mètre avec les radiations bleues, de 1,3 millième avec les radiations rouges; les intensités respectives, dans l'adaptation à l'obscurité, étaient portées à 1,5 millionième pour le bleu (lumière incolore) et à 33 millionièmes pour le rouge (lumière rouge d'emblée), c'est-à-dire que l'œil observé était devenu plus de 14000 fois plus sensible aux radiations bleues et pas même 40 fois aux radiations rouges.

Voici les résultats expérimentaux concernant le temps de latence, en centièmes de seconde (y_1), et la comparaison avec les données du calcul (y_2) obtenues au moyen des formules d'interpolation adoptées, les intensités (x) étant évaluées en multiples du seuil. La formule obtenue précédemment pour la lumière blanche dans l'état d'adaptation à l'obscurité était $y = \frac{a}{\sqrt[3]{x}} + k$ [1] et les constantes avaient les valeurs : $a = 25$, $k = 21$ (sujet A); $a = 10$, $k = 26$ (sujet B).

Adaptation à la lumière.

Lumière blanche.

$$y = \frac{a}{x} + k.$$

Sujet A. $a = 36$, $k = 17$.

x.	y_1.	y_2.	Écarts.
1	53	53	0
2,64	31,68	31,40	+0,28
4	27,90	26	+1,90
5	23,65	24,20	—0,55
10	21,90	20,60	+1,30
20	21,24	18,80	+2,44
50	18,45	17,72	+0,73
8097	17,15	17,0	+0,15
Écart moyen pour 100......			3,4

Sujet B. $a = 30$, $k = 16,4$.

x.	y_1.	y_2.	Écarts.
1	46,44	46,40	+0,04
2	29,12	31,40	—2,28
5	23,20	22,40	+0,80
10	19,80	19,40	+0,40
20	18,80	17,90	+0,90
50	17,20	17,0	+0,20
8037	16,35	16,40	—0,05
Écart moyen pour 100......			2,7

[1] *Comptes rendus*, t. 158, 26 janvier 1914, p. 274.

Adaptation à la lumière (suite).

Radiations rouges. Sujet A.

$$y = \frac{a}{x} + k,\ a = 52,\ k = 16.$$

x.	y_1.	y_2.	Écarts.
1	68	68	0
2	38,80	42	−3,20
5	27,60	26,40	+1,20
10	22,30	21,20	+1,10
25	18,65	18,08	+0,57
183	16,20	16,28	−0,18
Écart moyen pour 100.....			3,2

Radiations bleues. Sujet A.

$$y = \frac{a}{\sqrt[1,5]{x}} + k,\ a = 145,\ k = 20.$$

x.	y_1.	y_2.	Écarts.
1	165,3	165,0	+0,3
2	109,9	111,2	−1,4
4	75,8	77,5	−1,7
10	53,2	51,2	+0,2
25	41,4	37,0	+4,4
Écart moyen pour 100.......			2,0

Adaptation à l'obscurité.

Radiations rouges. Sujet A.

$$y = \frac{a}{\sqrt[1,5]{x}} + k,\ a = 48,\ k = 16,8.$$

x.	y_1.	y_2.	Écarts.
1	64,80	64,80	0
2,4	44,35	43,50	+0,85
4,8	32,80	33,60	−0,80
12	24,90	25,96	−1,06
30	21,70	21,77	−0,07
100	18,82	19,0	−0,18
1000	17,10	17,28	−0,10
10000	17,90	16,90	+1,0
Écart moyen pour 100......			1,7

Radiations bleues. Sujet A.

$$y = \frac{a}{\sqrt[3]{x}} + k,\ a = 61,\ k = 23.$$

x.	y_1.	y_2.	Écarts.
1	84	84	0
1,69	72,30	74,20	− 1,90
2	60,90	71,40	−10,50
3,3	59,40	63,90	− 4,50
4	55,90	61,30	− 5,40
6,7	49,20	55,30	− 6,10
10	48	51,30	− 3,30
16,8	43,70	46,80	− 3,10
25	45,80	43,90	+ 1,90
100	40,70	36,13	+ 4,57
1000	30,55	29,10	+ 1,45
10000	26,70	25,83	+ 0,87
100000	24,0	24,37	− 0,37
Écart moyen pour 100........			6,6

Ainsi la loi de décroissance est la même, à l'obscurité, pour le rayonnement total et pour les radiations bleues; à la lumière, pour le rayonnement total et pour les radiations rouges.

Au point de vue des valeurs extrêmes, on note que le temps au seuil $(a + k)$ est plus long, et à la limite (k) plus court dans l'état d'adaptation à la lumière qu'à l'obscurité (pour les deux sujets); la courbe part de plus haut et a son asymptote limite plus bas, l'intervalle entre les deux points

(constante a) étant notablement plus grand. La différence est maxima pour les radiations bleues, minima pour les radiations rouges.

En somme, en laissant ici de côté la question de la vision chromatique, ces résultats tendent à confirmer, par une voie nouvelle, l'hypothèse que, dans les états d'adaptation de l'œil à la lumière et à l'obscurité, ce sont deux processus rétiniens différents qui sont mis en jeu à l'origine de la transformation de l'excitation lumineuse en influx sensoriel, l'un ayant son maximum de sensibilité du côté le moins réfrangible et l'autre du côté le plus réfrangible du spectre. Les deux processus paraissent susceptibles de se rencontrer, jusqu'à un certain point, dans la région fovéale.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Virus rabique et cellules cultivées* in vitro. Note de M. C. LEVADITI, présentée par M. E. Roux.

Nous avons essayé de cultiver le virus rabique en nous servant du procédé qui permet la vie et la multiplication des cellules *in vitro* (Harrison, Burrows, Carrel). Nos recherches, commencées en octobre 1913 (voir *Comptes rendus de la Société de Biologie*, t. LXXV, p. 505), ont abouti à des résultats qui nous paraissent intéressants.

Technique. — Des ganglions spinaux de singes, sacrifiés en pleine évolution de la rage (virus fixe), sont découpés en petits fragments et cultivés dans le plasma de la même espèce (37°). Des passages dans du plasma neuf sont pratiqués tous les 5-8 jours; on essaye à chaque passage la virulence des fragments par des inoculations intracérébrales à des lapins ou à des cobayes.

Ainsi que l'ont vu Marinesco et Minea (cf. également nos recherches sur la culture du virus poliomyélitique d'après le même procédé), cette technique permet la culture indéfinie des cellules conjonctives, devenues embryonnaires, et la survie prolongée des cellules nerveuses. L'examen histologique nous a montré que la couronne d'éléments fusiformes qui se renouvelle autour du ganglion, à chaque passage et cela aussi longtemps que le milieu ne s'infecte pas (2 mois), est constituée par des cellules qui se multiplient aux dépens d'une *zone germinative* périphérique. Les cellules nerveuses vivent moins longtemps que ces éléments conjonctifs; elles finissent par s'atrophier et réalisent ainsi le processus de la *neurathrepsie* que nous avons décrit ailleurs [1] (prolifération active des cellules

[1] LEVADITI, *C. R. Soc. Biol.*, t. LXXVI, 1914, p. 474.

satellites aux dépens du neurone, sans neuronophagie proprement dite). A signaler également la persistance des cellules de la gaine de Schwann dans les racines.

Résultats. — *Expérience I.* — Le 21 octobre, on ensemence les ganglions du *Cynomolgus* n° 487. Les passages et les inoculations ont été faits de la façon suivante :

Premier	passage, après	6 jours de culture	: rage après	11 jours	d'incubation.
Deuxième	»	» 10 » »	: »	11 »	»
Troisième	»	» 15 » »	: pas de rage.		
Quatrième	»	» 20 » »	: rage après	13 jours	d'incubation.
Cinquième	»	» 28 » »	{ »	11 »	»
			{ »	10 »	»
Sixième	»	» 37 » »	: »	10 »	»

Un fragment de ganglion, inoculé avant toute culture, n'a pas conféré la rage ; *négative également fut l'inoculation du plasma* prélevé près des ganglions cultivés (sixième passage, inoculation positive du ganglion).

En résumé, six passages, avec six inoculations d'épreuve, dont cinq ont donné la rage. *Le virus a conservé intacte son activité pendant* 37 *jours.*

Expérience II. — Même disposition ; ensemencement des ganglions et de moelle [1],

Premier	passage, après	5 jours de culture	: rage après	8 jours	d'incubation.
Deuxième	»	» 10 » »	: »	9 »	»
Troisième	»	» 15 » (2 lapins)	: »	9 »	»
Quatrième	»	» 19 » »	: pas d'inoculation.		
Cinquième	»	» 21 » »	: rage après	9 jours	d'incubation.
Sixième	»	» 26 » »	: »	10 »	»

En résumé, six passages, avec cinq inoculations toutes positives. *Conservation de la virulence pendant* 26 *jours.*

Expérience III. — Ensemencement de *ganglions* et de la *corne d'Ammon*. Dans cette expérience, le nombre de passages a été de 9, le dernier étant fait après 59 jours de culture positive. Cinq inoculations ont conféré la rage typique, à savoir celles du 5e, du 5e, du 18e, du 45e et du 53e jour de la culture. La corne d'Ammon s'est montrée également virulente (3e passage).

Résumé : Conservation de la virulence après 53 *jours de culture et neuf passages.*

---

(1) La culture de la moelle diffère de celle du ganglion. Les cellules fusiformes sont moins nombreuses et les éléments nerveux dégénèrent plus vite ; il y a apparition de grosses cellules rondes vacuolaires, dont l'origine périvasculaire nous semble très probable.

Nous avons réalisé en tout *sept expériences* de ce genre. Elles ont montré que *le virus rabique, cultivé avec les éléments des ganglions spinaux, de la moelle ou de la corne d'Ammon, garde son activité pathogène pendant* 23, 26, 27, 30, 31, 38 *et même* 53 *jours*. La symbiose se fait mieux avec les ganglions qu'avec la corne d'Ammon ou la moelle. L'incubation chez les animaux inoculés a varié entre 8 et 11 jours; deux fois seulement (cultures de 17 et 53 jours) elle a été plus longue (31 et 32 jours).

Cet entretien de la virulence paraît nécessiter la vitalité des cellules cultivées; elle disparaît toutes les fois que la culture cellulaire s'arrête ([1]), comme elle peut disparaître, d'ailleurs, avant la cessation de cette culture. Il semble donc y avoir symbiose entre les cellules vivantes et le virus de la rage, mais cette symbiose n'exige pas la vie de l'élément nerveux proprement dit : celle des cellules conjonctives lui suffit. En effet, les ganglions se sont montrés virulents alors que leurs neurones étaient complètement morts et que seules ces cellules conjonctives vivaient et pullulaient.

Le virus reste attaché aux tissus; on ne le retrouve pas dans le plasma qui environne, même de près, les fragments; il n'infecte pas des fragments de ganglions neufs placés au contact immédiat d'un morceau ganglionnaire virulent. Des expériences qui ont consisté à ensemencer des ganglions non rabiques à côté de ganglions virulents, et à les séparer après plusieurs jours de contact, nous ont montré que les premiers sont restés toujours stériles, tandis que les seconds ont continué à donner la rage pendant plusieurs passages ultérieurs. Ceci semble prouver que *le microbe de la rage, du moins dans la forme qu'il revêt dans les ganglions spinaux, n'est pas mobile*. En effet, s'il était doué de mobilité, il devrait se répandre dans le plasma et infecter les ganglions neufs, comme le font d'autres parasites mobiles (spirilles, vibrions) placés dans les mêmes conditions.

Malgré des examens réitérés et la variété des méthodes employées, nous n'avons décelé aucune forme microbienne nette. Les frottis et les coupes (méthode de Mann) ont montré des corpuscules ressemblant aux corps de Noguchi, mais il s'agissait de produits de dégénérescence des fibres myéliniques, et non pas de véritables microbes (cf. également Volpino). Ajoutons que quelques ensemencements faits parallèlement, d'après le procédé de Noguchi, ne nous ont fourni que des résultats négatifs (virulence cessant au bout de 8 jours et déjà après le premier passage).

([1]) Culture de ganglions dans de la gélose au sérum de singe.

MÉDECINE. — *Infectiosité du liquide céphalo-rachidien dans la paralysie générale juvénile.* Note de MM. G. **Marinesco** et J. **Minea**, présentée par M. A. Laveran.

A la fin de l'année dernière M. R. Volk, de Vienne, a injecté le liquide cérébro-spinal de cinq malades atteints de paralysie générale dans le scrotum et les testicules de lapins. Quatre fois l'injection n'a eu aucun effet. Dans un cas, le lapin fut atteint d'efflorescences papuleuses de la peau du scrotum et d'une infiltration du testicule droit. Dans les efflorescences, on put constater la présence de tréponèmes. Au mois de mai de cette année M. Mattauschek, à la Société des médecins de Vienne, a relaté que l'injection du liquide cérébro-spinal de paralytiques généraux a été positive deux fois. Dans un cas, l'évolution fut atypique, parce que le malade avait subi auparavant un traitement spécifique. Dans le tabès, l'injection du liquide cérébro-spinal fut également suivie de succès deux fois, celle du sang fut deux fois positive. D'après les expériences de l'auteur, le sang et le liquide cérébro-spinal des paralytiques généraux et des tabétiques donnent assez souvent des réactions positives. Il s'agit donc là d'affections syphilitiques en activité. D'autre part, la présence du tréponème dans le sang des paralytiques généraux a été démontrée pour la première fois à l'aide de l'inoculation par Graves, puis par M. Levaditi en collaboration avec M. Danulesco. A partir de la fin du mois de novembre de l'année dernière, nous avons fait des tentatives de transmission des propriétés virulentes du liquide céphalo-rachidien des paralytiques généraux, fraîchement recueilli, à l'aide de l'inoculation dans le scrotum de lapins. Nous avons obtenu des résultats positifs dans un cas de paralysie générale juvénile qui est le premier exemple dans l'espèce; aussi donnerons-nous tout d'abord, mais sommairement, l'observation du malade.

Il s'agit d'un sujet âgé de 23 ans chez qui les premiers phénomènes de la maladie sont apparus à l'âge de 18 ans et dont le père a eu la syphilis et a fait des excès alcooliques. Le malade est né à terme, mais à la naissance la mère a constaté des manifestations cutanées sous forme de pemphigus et des érosions à l'anus, troubles qui ont guéri à la suite d'un traitement par des frictions mercurielles. Notre malade s'est fait remarquer par de l'incapacité au travail suivi, aussi a-t-il mené une vie de vagabond; il n'a pas contracté la syphilis; s'est grisé parfois. Sa maladie a débuté par une faiblesse transitoire du bras droit et par des troubles de la parole. Entré à l'hôpital en 1910, on constate chez lui de l'asymétrie faciale; lobules des oreilles

adhérents; excavation des deux incisives médianes supérieures. Les pupilles dilatées sont inégales, signe d'Argyl-Robertson; tremblement des lèvres, de la langue et surtout des doigts. La parole est empâtée; le malade répète avec difficulté certaines phrases. Troubles manifestes dans le calcul; il n'y a pas de troubles de l'affectivité. Wassermann positif dans le sang et le liquide céphalo-rachidien; lymphocytose assez abondante. Le malade est irritable et accuse de la céphalalgie, le jour comme la nuit. Pendant son séjour à l'hôpital (plus de 2 ans), les troubles mentaux se sont de plus en plus exagérés; dans les derniers temps la démence était complète; la parole est presque incompréhensible, l'écriture illisible.

A la suite d'une ponction lombaire pratiquée au mois de novembre de l'année dernière, le malade a eu des phénomènes de méningisme et des attaques épileptiformes. Le 5 novembre 1913, on a injecté dans le scrotum de trois lapins 2^{cm^3} du liquide céphalo-rachidien de ce malade et, au mois d'avril 1914, on a constaté, chez un de ces animaux, un chancre tout à fait caractéristique de la peau du scrotum du côté droit. L'examen d'un petit fragment du chancre extrait par incision a montré une quantité considérable de spirilles assez longs et tous très mobiles.

Ces constatations démontrent l'existence de spirilles vivants dans le liquide céphalo-rachidien du paralytique général et leur virulence, et prouvent que la paralysie générale juvénile due à la syphilis héréditaire constitue une spirillose en activité.

Ajoutons que l'année dernière [1] nous avons trouvé, par la ponction du cerveau de ce malade, des spirochètes mobiles.

M. Maurice Gandillot adresse un Mémoire intitulé : *Combinaisons d'énergie.*

(Renvoi à l'examen de M. A. Blondel.)

M. Moreaud adresse une Note intitulée : *Emploi d'aérostats à gonflement instantané pour la préservation des aéroplanes, ballons et bateaux sur le point de sombrer.*

M. Ernest Caille adresse deux Notes relatives à *La stabilité gyroscopique.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

---

[1] G. Marinesco et J. Minea, *Relations entre les* Treponema pallida *et les lésions de la paralysie générale* [*C. R. Soc. Biol.* (réunion de Bucarest du 19 juin 1913), t. XXV, p. 231].

M. J. **Grialou** adresse plusieurs Mémoires d'Hydrodynamique.

(Renvoi à l'examen de M. Boussinesq.)

La séance est levée à 16 heures.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 juillet 1914.

Travaux de Biologie végétale, Ouvrage dédié à Gaston Bonnier, par ses élèves et ses amis, à l'occasion du vingt-cinquième anniversaire de la fondation du *Laboratoire de Biologie végétale* de Fontainebleau et de la création de la *Revue générale de Botanique*. Nemours, Henri Bouloy, 1914; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

La lèpre à travers les siècles et les contrées, par le Dr A. Zambaco-Pacha (de Byzance), Correspondant de l'Institut. Paris, Masson et Cie, 1914; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Landouzy.)

Exploration scientifique du Maroc, organisée par la Société de Géographie de Paris. Premier fascicule : *Botanique*, 1912, par M. C.-J. Pitard. Paris, Masson et Cie, 1913; 1 vol. in-4°. (Présenté par le Prince Bonaparte, ainsi que les deux Ouvrages suivants.)

Notice sur la Société de Géographie, *fondée en* 1821, reconnue d'utilité publique en 1827. Paris, au siège de la Société, 1914; 1 fasc. in-8°.

Congrès national des Sociétés françaises de Géographie; 31e session, Paris, 15-19 juillet 1913 : *Comptes rendus*, publiés par la Société de Géographie. Paris, Masson et Cie, 1914; 1 vol. in-8°.

Résultats des calculs numériques des trajectoires des corpuscules électriques dans le champ d'un aimant élémentaire, par Carl Störmer : I. *Trajectoires par l'origine*. — II. *Faisceaux de trajectoires passant par un point; trajectoires spirales aux environs des trajectoires par l'origine.* — III. *Spirale de Villard; trajectoires périodiques; modèle de la couronne du Soleil;* etc. Christiania, Jacob Dybwad, 1914; 3 fasc. in-4°. (Présenté par M. Appell.)

Bibliographie chronologique et analytique de Mammoth Cave, Kentucky (États-Unis d'Amérique), par Horace Carter Hovey et Richard Ellsworth Call. (*Spelunca :*

Bulletin et Mémoires de la Société de Spéléologie; n° 73, septembre 1913.) Paris; 1 fasc. in-8°.

Catalogo das Aves Amazonicas, pela Dr E. Snethlage. (*Boletim do Museu Goeldi*; t. VIII, 1911-1912.) Para (Brésil), 1914; 1 vol. in-8°.

The birds of North and Middle America, by Robert Ridgway. (*Bull. of the U. S. National Museum*; n° 50, part VI.) Washington, 1914; 1 vol. in-8°.

The geographical Journal: t. XLIV, n° 1, july 1914. Londres; 1 fasc. in-8°.

Societe Reale di Napoli. *Atti della Reale Accademia delle Scienze fisiche e matematiche*; t. XV, 2e série. Naples, 1914; 1 vol. in-4°.

Revista da Universidade de Coimbra; t. III, nos 1 et 2, janeiro e junho de 1914. Coïmbre; 1 vol. in-8°.

Anales de Museo nacional de Historia natural de Buenos Aires; t. XXV. Buenos-Ayres, 1914; 1 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 juillet 1914.

Notice explicative de la feuille de Vizille (2e édition) *de la Carte géologique détaillée de la France*, par P. Termier, W. Kilian, P. Lory et Ch. Jacob. (*Annales de l'Université de Grenoble*; t. XXV, n° 3.) Paris, Gauthier-Villars; Grenoble, Allier frères, 1913; 1 fasc. in-8°.

Conservatoire national des Arts et Métiers. *Laboratoire d'essais mécaniques, physiques, chimiques et des machines. Rapport sur le fonctionnement pendant l'année* 1913, par M. Roger. Laval, imp. L. Barnéoud et Cie, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Rapport sur le Concours de réglage des chronomètres de l'année 1913, par M. Raoul Gautier, Directeur de l'Observatoire de Genève. S. l., 1914; 1 fasc. in-8°.

La stéréoautogrammétrie, par Paul Corbin. (Extrait de la *Revue générale des Sciences pures et appliquées*; numéro du 30 mars 1914.) Paris, L. Marétheux, 1914; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Précis analytique des travaux analytiques de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, pendant l'année 1912-1913. Paris, A. Picard; Rouen, imp. Gagniard, 1914; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société des amis des Sciences naturelles de Rouen; 5e série, 48e année, année 1912. Rouen, imp. Lecerf fils, 1913; 1 vol. in-8°.

Ideia geral dos effeitos do megasismo de 1755 *em Portugal*, por Francisco-Luiz Pereira de Souza. Lisbonne, 1914; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Bulletin hebdomadaire de la Station sismique de Tiflis; année 1913, 2e année. Tiflis, 1914; 1 fasc. in-4°.

Centenary of the Indian Museum. 1814-1914 : *The history of the Indian Museum*, by Sir Asutosh Mookerjee. Calcutta, 1914; 1 fasc. in-8°.

Acoustics of auditoriums, by F.-R. Watson. (University of Illinois : *Engineering Experiment Station*; Bull. 73. mars 1914.) 1 fasc. in-8°.

Rope and its use on the farm, by J.-B. Frear. (The University of Minnesota : *Agricultural Experiment Station;* Bull. 136, décembre 1913.) 1 fasc. in-8°.

Classification of the genus Annona with description of new and imperfectly known species, by W.-E. Safford. (*Contribution from the U. S. national Herbarium;* t. XVIII, Partie I.) Washington, 1914; 1 fasc. in-8°.

Harriman Alaska Expedition. Tome XIV : *Monograph of the Shallow-water Starfishes of the North Pacific Coast from the Arctic Ocean to California*, by Addison-Emery Verrill; part II, plates. Washington, 1914; 1 vol. in-8°.

Bulletin du Jardin botanique de l'État, à Bruxelles; t. IV, fasc. I. Bruxelles, Goemaere, 1914; 1 vol. in-4°.

Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique; t. LII; 2e série, t. II, mars 1914. Bruxelles; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

—

(Séance du 6 juillet 1914.)

Note de M. *Lécaillon*, Sur la reproduction et la fécondité de la Galéruque de l'Orme (*Galerucella luteola* F. Müller) :

Page 115, ligne 19, *au lieu de* feuilles, *lire* femelles.

(Séance du 13 juillet 1914.)

Note de MM. *Ph.-A. Guye* et *F.-E.-E. Germann*, Analyse de très petites quantités de gaz; application à l'analyse de l'air :

Page 154, dernière ligne, *au lieu de* $1^{mm^3},5$, *lire* $0^{mm^3},5$.
Page 156, 1re ligne, *ajouter* le mot « type » entre « du » et « Mac Leod ».
Page 157, 2e ligne, *au lieu de* $0^{cm},25$, *lire* $0^{cm^3},25$.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 JUILLET 1914.

PRÉSIDENCE DE M. P. APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

S. A. S. **Albert, Prince de Monaco**, fait hommage de trois feuilles de la *Carte bathymétrique des Océans*.

M. **Gustav Retzius** fait hommage du Tome XVIII (nouvelle série) de ses *Biologische Untersuchungen*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance, l'Ouvrage suivant : *Nouvelles recherches sur la résistance de l'air et l'aviation faites au Laboratoire d'Auteuil*, par M. G. Eiffel. (Présenté par M. Lecornu.)

MM. **Ed.-W. Bogaert, Brunon, E. Gley, Istvanffi, Antoine Lacassagne, R. Legendre** et **H. Pieron, Maurel, A. Mayer** et **G. Schæffer, C. Nicolle, Blaizot** et **Conseil, A. Prenant, B. Roussy** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

M. **E. Chatton** adresse des remercîments pour la subvention qui lui a été accordée sur le *Fonds Bonaparte*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la meilleure approximation de $x^k|x|$ par des polynomes de degrés indéfiniment croissants.* Note de M[lle] **Th. Tarnarider**, présentée par M. Émile Picard.

1. Dans une Communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie le 3 mars 1913, j'ai indiqué la façon dont on peut étendre aux fonctions $x^{2s}|x|$ (où s est un nombre entier positif) les méthodes de M. S. Bernstein pour la détermination de la meilleure approximation de $|x|$ sur le segment $(-1, +1)$ par des polynomes de degrés indéfiniment croissants (¹).

L'extension peut se faire de même pour les fonctions de la forme $x^{2s-1}|x|$ et l'on obtient les résultats suivants :

Une borne inférieure ρ_{2s} de la meilleure approximation

$$E_{2n-1}(x^{2s-1}|x|) = E_{2n}(x^{2s-1}|x|) \qquad \text{de} \qquad x^{2s-1}|x|$$

par un polynome de degré $2n - 1$ est fournie (pour des valeurs suffisamment grandes de n) par l'expression

$$\rho_{2s} = \left(\frac{\pi}{2n}\right)^{2s} \frac{\displaystyle\sum_{i=1}^{i=i_0} \frac{k_i}{\omega_i^2} F_s(\omega_i)}{\displaystyle\sum_{i=1}^{i=i_0} \frac{k_i}{\omega_i} \frac{\pi}{2} \operatorname{tang} \frac{\pi\delta_i}{2}},$$

où

$$0 < \omega_1 = \delta_1 < \frac{1}{2}, \qquad i - \frac{3}{2} < \omega_i = i - \frac{3}{2} + \delta_i < i - \frac{1}{2} \qquad (i \geqq 2),$$

les ω_i devant être choisis de manière à obtenir une valeur aussi grande que possible pour ρ_{2s},

$$k_i = \frac{\left[\omega_i^2 - \left(\frac{1}{2}\right)^2\right]\left[\omega_i^2 - \left(\frac{3}{2}\right)^2\right]\cdots\left[\omega_i^2 - \left(\frac{2i_0 - 3}{2}\right)^2\right]}{(\omega_i^2 - \omega_1^2)(\omega_i^2 - \omega_2^2)\ldots(\omega_i^2 - \omega_{i-1}^2)(\omega_i^2 - \omega_{i+1}^2)\ldots(\omega_i^2 - \omega_{i_0}^2)},$$

et $F_s(v)$ est la fonction qui figure dans l'égalité

$$x^{2s}|x| - R_s(x) = 2\pi^{2s} \frac{T_{2n}(x)}{(2n)^{2s+1}} [F_s(v) + \alpha_n],$$

de laquelle on déduit une borne supérieure de $E_{2n}(x^{2s}|x|)$. Pour la déter-

(¹) *Acta mathematica*, t. XXXVII.

mination d'une borne supérieure de $E_{2n-1}(x^{2s-1}|x|)$ on obtient une égalité analogue

$$x^{2s-1}|x| - x Q_s(x) = 2\pi^{2s-1} \frac{T_{2n-1}(x)}{(2n-1)^{2s}} [\Phi_s(v) + \beta_n],$$

où β_n tend uniformément vers zéro lorsque n croît indéfiniment. $Q_s(x)$ est le polynome de degré $2n-2$ qui est égal à $|x|^{2s-1}$ aux points

$$x_i = \pm \sin \frac{i\pi}{2n-1} \qquad (i = 0, 1, 2, \ldots, n-1),$$

racines du polynome $T_{2n-1}(x) \equiv \cos(2n-1) \operatorname{arc} \cos x$;

$$\Phi_s(v) = v^{2s-1} \left(\Phi(v) - \sum_{k=0}^{k=2s-3} \frac{c_k}{v^k} \right),$$

$$\Phi(v) = \frac{v}{v + \frac{1}{2}} F\left(v + \frac{1}{2}\right) = v \int_0^1 \frac{z^v}{1+z} dz \qquad \left[v = \frac{(2n-1)x}{\pi} \right],$$

et les c_k sont les coefficients du développement (divergent d'ailleurs) de $\Phi(v)$ suivant les puissances de $\frac{1}{v}$.

Remarque. — On a $c_k = -2^k \mu_k$, les μ_k étant les coefficients qui figurent dans l'expression de la borne inférieure ρ_{2s+1} de $E_{2n}(x^{2s}|x|)$ [1]. Il s'ensuit que cette expression peut se mettre sous la forme

$$\rho_{2s+1} = \left(\frac{\pi}{2n}\right)^{2s+1} \frac{\displaystyle\sum_{i=1}^{i=i_0} \frac{h_i}{\lambda_i^2} \Phi_{s+1}(\lambda_i)}{\displaystyle\sum_{i=1}^{i=i_0} \frac{h_i}{\lambda_i^2} \left(1 + \frac{\pi\lambda_i}{2} \operatorname{tang} \frac{\pi\varepsilon_i}{2}\right)},$$

de sorte que le rôle des fonctions F et Φ est interverti lorsqu'on passe de $x^{2s-1}|x|$ à $x^{2s}|x|$.

---

[1] Je saisis cette occasion pour indiquer une erreur d'impression qui s'est glissée dans l'expression de ρ_{2s+1} (*loc. cit.*, p. 674): au numérateur $\sum_{k=1}^{1} 2^{2k} \frac{\mu_{2k-1}}{\lambda^{2k-1}}$ doit être remplacée par $\sum_{k=1}^{k=s}$.

2. On démontre facilement, en s'appuyant sur un théorème de Laguerre [1], que pour toutes les valeurs de s

$$\frac{d|F_s(v)|}{dv} \geqq 0 \qquad \text{pour} \qquad v \geqq 0.$$

Utilisant cette propriété des fonctions $F_s(v)$, ainsi que le théorème sur la distribution des points d'écart maximum [2] du polynome oscillateur de la forme

$$x^\alpha + \sum_{i=0}^{i=n} A_i x^{2i},$$

on démontre que le polynome d'approximation de $x^{2s}|x|$ a pour expression asymptotique la fonction

$$G_s(x) = R_s(x) + \left[\frac{2\pi^{2s}I_s}{(2n)^{2s+1}} - (-1)^s E_{2n}^{(2s+1)}\right] T_{2n}(x) + \frac{\beta_n(x)}{n^{2s+1}},$$

où

$$I_s = \lim_{n=\infty} F_s(v), \qquad E_{2n}^{(2s+1)} \equiv E_{2n}(x^{2s}|x|),$$

et $\beta_n(x)$ tend vers zéro lorsque nx croît indéfiniment. (Expression analogue pour la fonction asymptotique du polynome d'approximation de $x^{2s-1}|x|$.)

De là on déduit, par un raisonnement identique à celui employé par M. S. Bernstein, que le *produit*

$$n^k E_n(x^{k-1}|x|),$$

où k est un nombre entier positif, tend vers une limite déterminée lorsque n croît indéfiniment.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation des intégrales des équations de M. Painlevé, au moyen de la théorie des équations linéaires.* Note de M. **René Garnier**, présentée par M. Appell.

Dans des Notes précédentes [3], j'ai montré comment la théorie des équations différentielles linéaires permet de représenter les intégrales de

---

(1) G. Polya, *Comptes rendus*, 31 mars 1913.

(2) S. Bernstein, *loc. cit.*, p. 14.

(3) *Comptes rendus*, t. 154, p. 1208, 1335; t. 155, p. 137.

deux des équations irréductibles (T) dues aux méthodes de M. Painlevé; aujourd'hui, j'établirai une conclusion analogue pour une autre de ces équations irréductibles. Auparavant, je rappellerai quelques-uns des résultats contenus dans ces Notes.

1. Considérons une équation linéaire du second ordre (E), possédant q points singuliers e_i; faisons tendre les uns vers les autres deux ou plusieurs points e_i. On peut opérer de telle sorte que (E) tende vers une équation possédant $r(< q)$ points singuliers IRRÉGULIERS [1]. On peut ainsi établir une classification naturelle et féconde des points singuliers irréguliers des équations linéaires : *un point irrégulier sera dit d'ordre ν s'il provient de la fusion de ν points réguliers.*

Ceci posé, considérons une équation (E) possédant quatre points singuliers d'ordre 1 (dont le rapport anharmonique soit t), et un point apparemment singulier, λ. Pour que le groupe de monodromie (G) de cette équation soit indépendant de t, il faut que λ vérifie par rapport à t une équation irréductible du second ordre (T_6), celle-là même qui reproduit par dégénérescence les cinq autres équations irréductibles (T) : or, ces dégénérescences ont précisément pour effet de fusionner deux ou plusieurs points e_i. A chaque équation (T) correspond ainsi une équation linéaire associée.

Or, on obtenait deux intégrales premières de (T_6) en écrivant que les paramètres du groupe (G) de l'équation associée (E) sont indépendants de t; il s'agissait donc de rechercher si, dans chaque dégénérescence, on pourrait trouver les limites de ces paramètres et les exprimer au moyen des coefficients de l'équation linéaire dégénérée (irrégulière) : en écrivant que ces dernières expressions sont indépendantes de t, on aurait ainsi deux intégrales premières de l'équation (T) associée à l'équation dégénérée.

Ce problème, déjà difficile, dans le cas où l'on fusionne deux points réguliers (cas traité dans les Notes précédentes), se compliquait encore lorsqu'on combine un point régulier et un point irrégulier (cas de la présente Note). De plus, un obstacle se présentait : j'ai dû abandonner les développements en approximations successives qui m'avaient servi dans mes Notes précédentes : *ils cessaient d'être convergents à la limite.* Il en était de même des développements donnés par M. Émile Picard [2] et qu'on aurait

---

[1] Cf. l'équation $y'' = (1 - \varepsilon)(1 + \varepsilon x)^{-2} y$ et sa *limite* $y'' = y$; comparer aussi les intégrales correspondantes $y = (1 + \varepsilon x)^{\pm\frac{1}{\varepsilon}}$ et $y = e^{\pm x}$.

[2] *Traité d'Analyse*, 2e édition, t. III, p. 414.

pu substituer aux développements que j'ai employés précédemment. Je me bornerai donc à énoncer le résultat final que j'ai obtenu, renvoyant pour la démonstration à un Mémoire ultérieur.

2. Considérons l'équation irréductible, du type (T) :

$$(\mathrm{IV}) \qquad \frac{d^2\lambda}{dt^2} = \frac{1}{2\lambda}\left(\frac{d\lambda}{dt}\right)^2 + \frac{3}{2}\lambda^3 + 4\lambda^2 t + 2(t^2 + 4b + 4)\lambda - \frac{8a+2}{\lambda}.$$

Cette équation, découverte par M. Gambier, au moyen des méthodes de M. Painlevé, *possède les deux intégrales premières*

$$\zeta[C\omega_2^2 + (A - D)\omega_2 - B] + A + C\omega_2 = \text{const.},$$

$$[1 - \zeta(\omega_1 - \omega_2)]\frac{C\omega_1\omega_2 + A\omega_1 - D\omega_2 - B}{C\omega_1^2 + (A - D)\omega_1 - B} = \text{const.},$$

dans lesquelles les lettres ont la signification suivante : soit

$$(\mathrm{E}_{\mathrm{IV}}) \qquad y'' - \left(\frac{x}{2} + t\right)y' - \left[\frac{a}{x^2} + b + \frac{3}{4(x-\lambda)^2} + \frac{\alpha}{x} - \frac{\beta}{x(x-\lambda)}\right]y = 0$$

l'équation linéaire associée à (IV) [1]. Appelons (Y_1, Y_2) un système fondamental de $(\mathrm{E}_{\mathrm{IV}})$ tel qu'on ait en x_0 (arbitraire) : $Y_1(x_0) = 1 = Y_2'(x_0)$; $Y_1'(x_0) = 0 = Y_2(x_0)$; A, B, C, D sont les coefficients de la substitution subie par (Y_1, Y_2) quand on tourne autour de $x = 0$; de plus, ω_1 et ω_2 sont les valeurs respectives en x_0 de deux intégrales $\varphi(x)$ et $\theta(x)$ de $(\mathrm{E}_{\mathrm{IV}})$; on a pour définir $\varphi(x)$ les formules suivantes :

$$\varphi(x) = \sum_1^{+\infty}\varphi_n(x), \qquad \varphi_1(x) = \int_0^{+\infty} u^{2b-1}e^{-u^2+u(x+2t)}\,du,$$

$$\psi(x) = e^{\frac{x^2}{4}+tx}\int_0^{+\infty} u^{-2b}e^{-u^2}\cos u(x+2t)\,du,$$

$$\varphi_{n+1}(x) = \psi\int_{-\infty}^{x} e^{-\frac{x^2}{4}-tx}\varphi_1 f\varphi_n\,dx - \varphi_1\int_{-\infty}^{x} e^{-\frac{x^2}{4}-tx}\psi f\varphi_n\,dx.$$

L'intégrale $\theta(x)$ se définit également par approximations successives; quand x tend vers $+\infty$, elle est asymptote à x^{-2b}. Enfin, ζ représente la valeur en x_0 du quotient de deux intégrales remarquables de $(\mathrm{E}_{\mathrm{IV}})$; il a pour expression

$$\theta^2(x_0)\,x_0^{-2b}e^{-\frac{x_0^2}{4}-tx_0}\int_{\mathcal{L}} x^{2b}e^{\frac{x^2}{4}+tx}\theta^{-2}\,dx,$$

---

[1] J'appellerai $f(x)$ le coefficient de y.

$\mathcal{L}$ étant un chemin issu de x_0 et convergeant vers l'infini parallèlement à l'axe imaginaire.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement d'une fonction holomorphe en série d'inverses de polynomes et en série de fractions rationnelles.* Note de M. CESAR SPINEANU, présentée par M. P. Appell.

1° Inspiré par les recherches de M. Appell et de M. Montel sur le développement d'une fonction holomorphe en série de polynomes et d'inverses de polynomes, nous avons d'abord étudié le cas d'une fonction régulière dans le domaine D, extérieur à une courbe simple C.

La fonction $f(x)$ est développable dans le domaine D, en une série de la forme

$$f(x) = c_0 + \frac{c_1}{x} + \frac{c_2}{x^2} + \ldots + \frac{c_n}{x^n} + \ldots.$$

Nous avons démontré par la méthode de M. Hilbert (voir MONTEL, *Leçons sur les séries de polynomes à une variable complexe*, p. 45) que ce contour simple peut être considéré comme la limite d'une suite de lemniscates, qui contiennent dans leur intérieur C, et telles que le domaine intérieur à chaque lemniscate Γ_i contienne le domaine intérieur à Γ_{i+1} et que les lemniscates Γ_i et Γ_{i+1} n'aient aucun point commun. Nous avons démontré ensuite la possibilité de représenter, par la somme d'une série d'inverses de polynomes, une fonction holomorphe dans le domaine fermé Δ, extérieur à Γ.

Soit $\operatorname{mod}|P(z)| = \text{const.}$ l'équation de Γ. Pour x situé dans le domaine Δ_1, intérieur à Δ, nous avons trouvé

$$f(x) = \sum_{p=0}^{p=n-1} \frac{Q'_{p-1}}{x^p} + \frac{Q_0}{P(x)} + \frac{Q_1}{x\,P(x)} + \ldots + \frac{Q_{n-1}}{x^{n-1}\,P(x)}$$

$$+ \frac{Q_n}{[P(x)]^2} + \frac{Q_{n+1}}{x[P(x)]^2} + \frac{Q_{n+2}}{x^2[P(x)]^2} + \ldots + \frac{Q_{n'n+p}}{x^p[P(x)]^{n'+1}} + \ldots,$$

où

$$Q'_p = \frac{1}{2\pi i}\int_\Gamma f(z)\, z^p\, dz,$$

$$Q_{n'n+p} = \frac{1}{2\pi i}\int_\Gamma f(z)\, z^{n-1}[P(z)]^{n'}(z^p + a_1 z^{p-1} + \ldots + a_p)\, dz,$$

$$P(z) = z^n + a_1 z^{n-1} + a_2 z^{n-2} + \ldots + a_{n-1} z + a_n.$$

Cette série, dont les dénominateurs sont des polynomes graduellement

croissants en x et qui est correspondante à la série de M. Hilbert transformée, est uniformément convergente dans Δ_1, et Δ_1 est aussi voisin de Δ qu'on le veut.

Soit maintenant C une courbe simple, à l'extérieur de laquelle $f(x)$ est holomorphe; on ne suppose rien sur la manière dont $f(x)$ se comporte sur C.

Soient $\Gamma_1, \Gamma_2, \ldots, \Gamma_i, \ldots$, les lemniscates considérées précédemment et ayant pour limite C. Dans Δ_n, domaine extérieur à Γ_n, $f(x)$ est représentable par une série uniformément convergente d'inverses de polynomes. On peut prendre assez de termes dans cette série pour que leur somme $R_n(x)$ diffère de $f(x)$ de moins de $\frac{1}{n}$ en module

$$|f(x) - R_n(x)| < \frac{1}{n}.$$

La suite $R_1(x), R_2(x), \ldots, R_i(x), \ldots$ a pour limite $f(x)$ dans D et converge uniformément dans D.

2° Avec les mêmes notations, nous avons obtenu pour un point x de Δ_1 le développement suivant :

$$f(x) = C_0 + \frac{Q_0(x)}{P(x)} + \frac{Q_1(x)}{[P(x)]^2} + \ldots + \frac{Q_p(x)}{[P(x)]^{p+1}} + \ldots,$$

où

$$Q_p(x) = \frac{1}{2\pi i}\int_\Gamma f(z)\,\varphi(z, x)\,[P(z)]^p\,dz, \qquad \varphi(z, x) = \frac{P(z) - P(x)}{z - x};$$

$\varphi(z, x)$ est un polynome entier de degré $n - 1$ en z et x.

Cette série de fractions rationnelles, dont le degré en x du numérateur est toujours $n - 1$, est uniformément convergente dans Δ_1, et Δ_1 est aussi voisin de Δ qu'on le veut.

On trouve aussi, dans les mêmes conditions que précédemment, une suite $R_1, R_2, \ldots, R_i, \ldots, R_n(x)$ ayant pour limite $f(x)$ dans D et la convergence étant uniforme.

3° Soit $f(x)$ une fonction holomorphe dans la couronne D, comprise entre deux courbes simples C et C_1. Nous pouvons trouver deux suites de lemniscates Γ_i et Γ'_i ayant respectivement pour limites C et C_1. Pour un point x situé dans la couronne Δ_1, qui est aussi voisine qu'on veut de Δ, couronne comprise entre Γ et Γ', nous avons

$$f(x) = \sum_{p=0}^{p=\infty} Q'_p(x)\,[P_1(x)]^p + Q_0\left(\frac{1}{x}\right) + \sum_{p=1}^{p=\infty} \frac{Q_p\left(\frac{1}{x}\right)}{[P(x)]^p},$$

où

$$Q'_p(x) = \frac{1}{2\pi i}\int_{\Gamma'} \frac{f(z)\,\varphi_1(z,x)}{[P_1(z)]^{p+1}}\,dz,$$

$$Q_0\left(\frac{1}{x}\right) = \frac{1}{x}\,\frac{1}{2\pi i}\int_{\Gamma} f(z)\,dz + \ldots + \frac{1}{x^{n-1}}\,\frac{1}{2\pi i}\int_{\Gamma} f(z)\,z^{n-1}\,dz,$$

$$Q_p\left(\frac{1}{x}\right) = \frac{1}{2\pi i}\int_{\Gamma} f(z)\,z^{n-1}\,\varphi\left(z, \frac{1}{x}\right)[P(z)]^{p-1}\,dz,$$

$|P(x)| = K$ étant l'équation de la lemniscate Γ et $|P_1(x)| = K'$ l'équation de Γ'.

Nous avons ainsi la somme de deux séries, la première étant la série de polynomes de M. Hilbert et la seconde étant la série d'inverses de polynomes considérée plus haut. Ces séries sont uniformément convergentes. Dans D nous pouvons considérer $f(x)$ comme la limite de la somme de deux termes correspondants des suites R'_i et R_i.

ÉLECTRICITÉ. — *Dispositif pour la vision à distance.* Note [1] de M. **Georges Rignoux**, présentée par M. Lippmann.

Le téléphote que nous avons établi est basé sur l'emploi de cellules multiples, c'est-à-dire que le transmetteur comprend autant de cellules de sélénium que de points à transmettre.

Les courants fournis par le sélénium étant actuellement insuffisants pour actionner directement la polarisation rotatoire magnétique, nous ne les utilisons que par l'intermédiaire de relais; à chaque cellule correspond un relais; le courant de chaque cellule traverse l'électro-aimant d'un relais qui est réglé de telle façon que, lorsque la cellule est éclairée, l'électro-aimant attire la palette, qui vient alors fermer un second circuit, que nous appelons *circuit secondaire*. Nous appelons *circuit primaire* le circuit traversant la cellule et l'électro.

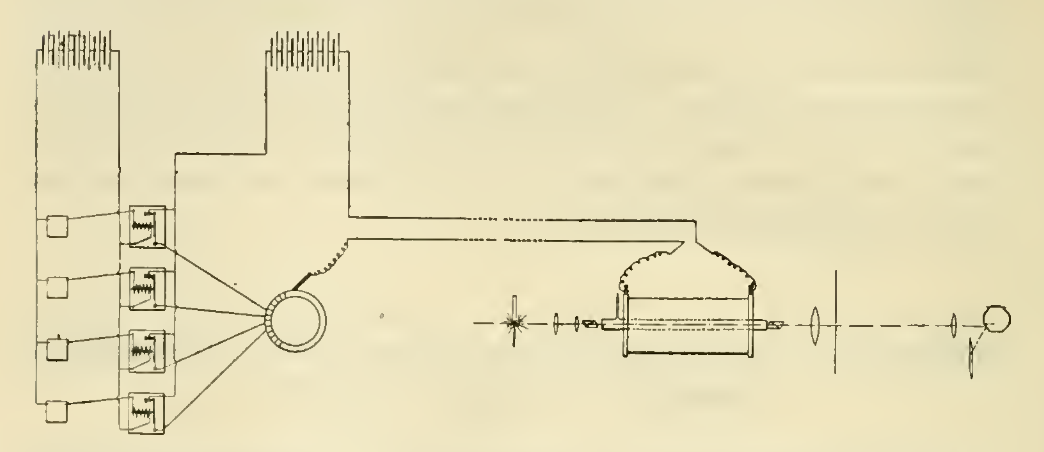
Voici maintenant le parcours des circuits secondaires : le pôle positif d'une source électrique est relié, par un fil commun, aux bornes homologues des secondaires des relais, par exemple aux bornes de gauche. Les bornes de droite sont alors reliées *séparément* aux plots d'un collecteur. Sur les lames de ce collecteur se promène un balai qui recueille ainsi successivement les courants des secondaires des relais, et les

[1] Présentée dans la séance du 13 juillet 1914.

envoie dans un des fils de ligne. Arrivé au poste récepteur, ce fil de ligne est branché à l'une des extrémités du fil d'une bobine de polarisation rotatoire magnétique. L'autre extrémité de ce fil est reliée à l'autre fil de ligne, qui, au transmetteur, aboutit au pôle négatif de la source.

On voit donc que la bobine est parcourue par le courant chaque fois que le balai du collecteur porte sur un plot correspondant à une cellule éclairée, et que le courant n'y passe pas quand ledit balai porte sur un plot correspondant à une cellule obscure.

Or la bobine de polarisation est traversée par un tube contenant du tétrachlorure



de carbone, situé sur le passage d'un faisceau lumineux ainsi établi : la source est une lampe à arc à charbons convergents située au-dessus d'un miroir à 45° placé dans une lanterne et renvoyant le faisceau horizontalement. Les rayons traversent successivement deux lentilles, un nicol, le tube de tétrachlorure, l'autre nicol, une troisième lentille, que nous appelons lentille « d'épuration » et qui concentre les rayons dans un petit trou pratiqué dans un écran, afin d'éliminer les rayons étrangers (d'où le nom de *lentille d'épuration*), une quatrième lentille, et tombent sur les miroirs tournants, qui les renvoient sur l'écran récepteur sous la forme d'un spot qui se déplace suivant le mouvement des miroirs.

Le disque portant les miroirs tourne synchroniquement avec le balai du collecteur (¹), et les miroirs ont des inclinaisons différentes, déterminées de façon à envoyer successivement le spot sur des positions homologues de celles de la cellule correspondant au plot sur lequel porte le balai à chaque moment.

Dans ces conditions, on voit que sur l'écran le spot dessinera une image semblable à celle qui, au transmetteur, impressionne les cellules, et que, si

(¹) Pour simplifier les premiers essais, nous avons ajourné l'emploi des moteurs synchrones en montant le collecteur et le disque à miroirs sur un même axe traversant la cloison qui sépare les deux postes.

la vitesse est suffisante, les divers points de cette image paraîtront simultanément.

Nous avons tenté une application rudimentaire d'un appareil basé sur ces principes, et nous avons obtenu des résultats consignés par la photographie.

Il donne une vision instantanée et animée, et lorsque les lettres et objets présentés au transmetteur sont déplacés on suit sur l'écran tous leurs mouvements.

Voici maintenant quelques indications sur les procédés de perfectionnement de notre dispositif actuel.

1° *Relais.* — Il serait utile de substituer à nos relais multiples un relais unique. Nous pensons avoir trouvé ce relais dans la dynamo.

Si, en effet, nous lançons le courant des cellules, au moyen du collecteur précédemment mentionné, dans l'inducteur d'une dynamo, l'induit nous donnera, à chaque position du balai du transmetteur, un courant proportionnel au courant de la cellule mise en cause, quoique pouvant être d'une intensité bien plus grande. C'est ce courant induit que nous lancerons alors dans la bobine de polarisation.

Ce système présentera, en outre, l'avantage de nous donner les *demi-teintes*, c'est-à-dire une graduation continue des courants selon l'intensité lumineuse reçue par chaque cellule, chose que ne peuvent faire nos relais actuels, qui ne savent que fermer et couper un circuit.

2° *Étincelles au collecteur.* — Dans notre téléphote actuel, de fortes étincelles jaillissent au collecteur à chaque rupture du courant. Ces étincelles prolongent le courant et nuisent ainsi à la netteté de l'image. Nous pensons pouvoir les supprimer presque entièrement, tant dans notre système actuel que dans notre système modifié.

Avec le système actuel des relais multiples, pour supprimer les étincelles, nous éviterons de couper le courant, et nous nous contenterons de le dévier, de l'*aiguiller* en quelque sorte selon les besoins, soit sur la bobine de polarisation, soit sur une bobine identique à cette dernière et placée au transmetteur. De la sorte, le balai du collecteur restera toujours au même potentiel et les étincelles seront évitées. La disposition de nos relais nous permet de faire les connexions nécessaires à cet effet : il faudra seulement un second collecteur parallèle au premier ; les balais des deux collecteurs seront reliés électriquement.

Avec notre projet de relai-dynamo la question des étincelles au collecteur du téléphote ne se pose pas, puisque le collecteur ne recueillera que les courants des cellules, c'est-à-dire des courants insignifiants. On pourrait toutefois craindre les étincelles au collecteur de la dynamo. Pour les éviter, on pourra alors faire usage d'une dynamo

sans collecteur, c'est-à-dire à inducteur et induit fixes, et à masses polaires tournantes.

3° *Faiblesse lumineuse des images.* — Les images reçues sur l'écran avec le système actuel de relais multiples sont visibles pour toute vue normale. On peut douter qu'il en soit ainsi avec un système supprimant ces relais, tel que celui composé plus haut, car nous serons en effet limités à ce moment par la faiblesse des courants du sélénium. Nous comptons remédier à ce défaut de lumière en supprimant l'écran, c'est-à-dire en présentant à l'observateur une *image aérienne*. L'œil recevant ainsi la lumière directe au lieu d'une lumière diffuse, l'éclat en sera augmenté dans d'énormes proportions.

Par ce moyen, il paraît possible de supprimer tout relais, et même de de réaliser le téléphote par cellule unique.

ÉLECTRO-OPTIQUE, SPECTROSCOPIE. — *Sur l'analyse spectrale par les rayons secondaires des rayons de Röntgen et son application au cas des substances rares.* Note de M. **Maurice de Broglie**, présentée par M. E. Bouty.

La méthode, précédemment décrite ([1]), d'analyse spectrale par les rayons secondaires des rayons de Röntgen, se prête à la détermination des caractères spectroscopiques des corps dont on ne possède qu'une très faible quantité et qu'on ne veut pas exposer aux risques d'une manipulation. J'ai opéré, dans cet ordre d'idées, sur deux échantillons d'oxyde de gallium et d'oxyde de germanium que M. Urbain a bien voulu me prêter.

Une fente pratiquée dans une tablette d'ébonite peut recevoir 4^{cg} ou 5^{cg} de substance et sert de source secondaire; on y place cette petite quantité du corps à étudier, on ferme par un papier de soie mince et l'on éclaire par le faisceau de rayons X primaires; l'appareil spectrographique, à cristal tournant, est disposé pour viser sur la fente qui sert de source secondaire.

L'expérience montre qu'il est aisé d'obtenir, dans ces conditions, un cliché enregistrant les raies caractéristiques de l'élément illuminé.

Voici les résultats numériques obtenus :

([1]) *Comptes rendus*, 25 mai, 15 juin 1914.

Substance.	Angle de réflexion sélective sur une face cubique de NaCl.	Longueur d'onde [1].	N.
Gallium (oxyde)........	13°52′	$1,35.10^{-8}$ cm	31
Germanium (oxyde).....	12°53′	$1,25.10^{-8}$ cm	32

Le nombre N représente le rang dans la série périodique des éléments, calculé par la formule de Moseley, à partir des longueurs d'onde; on voit que le nombre ainsi calculé correspond bien à la place de l'élément dans la Table périodique.

Les raies précédentes appartiennent à la série désignée sous le nom de série K.

J'ai également déterminé, par les rayons secondaires, les lignes de cette série pour l'étain et l'antimoine, dont M. Moseley a mesuré les raies L par les rayons primaires.

Substance.	Angle de réflexion sélective pour le sel gemme.	Longueur d'onde.	N.
Étain raie α.........	5° 03′	$0,50.10^{-8}$ cm	50
» β.........	4 27	$0,43.10^{-8}$	
Antimoine raie α.....	4 55	$0,48.10^{-8}$ cm	51
» β.....	4 15	$0,41.10^{-8}$	

Les valeurs de N sont également satisfaisantes.

Enfin il a été possible de suivre cette série K jusqu'au lanthane, pour lequel une détermination provisoire a assigné une longueur d'onde égale à $0,38.10^{-8}$ cm.

Les raies de cette série diminuent régulièrement de longueur d'onde, à mesure que le poids atomique augmente; j'ai déjà pu en prolonger la liste de l'argent (107,88) au lanthane (139); mais il ne semble pas jusqu'à présent que les raies correspondantes soient présentes dans le spectre du tungstène (184).

---

[1] En admettant $d = 2,814.10^{-8}$ cm pour l'espacement des plans réticulaires du sel gemme.

PHYSIQUE. — *Couches monomoléculaires et surfusion.* Note de M. **Henri Labrouste**, présentée par M. E. Bouty.

I. La trilaurine, la tribenzoïne [1] sont des solides à la température ordinaire, mais peuvent demeurer surfondues à cette température ; l'expérience montre que la matière obtenue par rassemblement de couches monomoléculaires de ces corps (c'est-à-dire la matière qui devient visible lorsqu'on diminue fortement la surface recouverte par leurs molécules) se présente à l'état liquide, du moins dans les premiers instants, comme permet de le constater le microscope.

Cette même expérience réussit de la même façon pour la tribenzoïne sur de l'eau dont la température est inférieure à 10°, tandis qu'elle ne se réalise plus pour la trilaurine, qui réapparaît à l'état solide. C'est que cette dernière substance ne peut être amenée en surfusion que jusque vers 15°, alors que la tribenzoïne reste liquide au-dessous de 0°.

La trimyristine [2] fondue peut rester surfondue jusqu'à 31°-32° environ, lorsqu'on refroidit lentement de fines gouttelettes de cette substance. Or, les couches monomoléculaires de trimyristine fournissent encore, par rassemblement à cette température, de la trimyristine liquide; on constate d'ailleurs que cette faculté se conserve dans un intervalle de quelques degrés au-dessous de cette température, ce qui prouve qu'on peut réaliser des gouttes surfondues, par ce procédé, à une température un peu inférieure à celle qui est indiquée plus haut. A plus basse température, la substance s'agglomère, par diminution de la surface, et réapparaît en fragments solides.

Ainsi *la matière obtenue par rassemblement des couches monomoléculaires* (c'est-à-dire construite à partir des molécules comme matériaux) *réapparaît à l'état liquide, lorsque le corps peut exister surfondu à la température considérée* [3].

---

[1] Ces corps fondent respectivement à 44° et à 75°.

[2] Cette substance fond à 53°.

[3] Cette règle ne paraît pas limitée aux seules molécules étendues sur l'eau : si l'on fait évaporer rapidement une solution de soufre, de salol, de benzophénone, d'azobenzène, etc., dans la benzine, les molécules libérées de la solution donnent ces corps à l'état liquide à la température ordinaire.

II. Inversement, les gouttelettes microscopiques, réalisées par rassemblement des couches monomoléculaires dans les expériences précédentes, sont capables de s'étendre de nouveau, à la même température, par agrandissement de la surface. Bien entendu, si, au lieu des fines gouttelettes précédentes, nous déposons sur de l'eau propre des gouttes plus grosses, les résultats restent les mêmes; il peut arriver seulement, lorsque la goutte est fortement surfondue, qu'elle ne fournisse qu'un étalement partiel, par suite de sa solidification spontanée. Cet inconvénient ne se produit pas en déposant sur l'eau une goutte dont les dimensions sont restreintes et dont la température est au moins égale à la température de fusion du corps.

C'est ainsi qu'on peut étendre, à température ordinaire sur l'eau, des gouttes de tribenzoïne, de trilaurine, de salol, de benzophénone fondus [1] (corps fondant respectivement à 75°, 44°, 43° et 48°); de même à 30° des gouttes de trimyristine (fondant à 53°).

Par conséquent, *les corps fondus ou surfondus peuvent s'étendre sur de l'eau ayant une température bien inférieure à celle de fusion de ces corps, à condition que la température de l'eau soit supérieure à la plus basse température où il est encore possible d'obtenir la substance en surfusion.*

Les deux règles précédemment indiquées ne se rapportent qu'au cas de substances susceptibles de demeurer surfondues et pas à celui des corps qui s'étendent spontanément sur l'eau, à partir du corps solide (corps volatils ou solubles), tels que le camphre, l'acide benzoïque, l'acide laurique, la vanilline, etc.

PHYSIQUE. — *Effet Volta et couches monomoléculaires.* Note de M. J. Guyot, présentée par M. E. Bouty.

Si l'on mesure la différence de potentiel apparente au contact d'un métal (or) et de l'eau distillée, et qu'on dépose ensuite à la surface de l'eau des traces extrêmement faibles de certaines substances organiques insolubles, on constate que la différence de potentiel apparente diminue très notablement et peut même s'inverser.

I. Comment varie cette diminution de l'effet Volta avec la quantité de

[1] Nous n'avons pas cité le salol et la benzophénone dans le paragraphe I parce qu'il est à peu près impossible d'obtenir des couches minces de ces substances, qui soient exemptes de globules préalablement existants.

substance organique déposée? Pour répondre à cette question, nous nous sommes adressé aux éthers de la glycérine en solution très diluée dans la benzine ou dans le toluène.

En opérant par exemple avec une solution de trioléine dans la benzine pure du *commerce*, nous avons obtenu les résultats suivants :

	Nombre de gouttes de la solution déposées sur l'eau.								
	2.	3.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	12.
Diminution de l'effet Volta.	$0^v,007$	$0^v,015$	$0^v,077$	$0^v,132$	$0^v,280$	$0^v,324$	$0^v,342$	$0^v,350$	$0^v,352$

Avec une goutte de cette solution, on pouvait étendre la trioléine en couche monomoléculaire sur une surface de 34^{cm^2}, et pour que, dans notre expérience, la surface libre de l'eau distillée fût entièrement recouverte, il fallait déposer 7,6 gouttes.

On voit, par l'examen de ce Tableau, que la diminution de l'effet Volta se produit très rapidement, bien avant que la surface libre de l'eau ne soit entièrement recouverte de molécules d'huile. Elle est presque terminée quand la substance déposée forme une couche monomoléculaire, alors que, d'après les expériences de Lord Rayleigh (¹), la tension superficielle est encore égale à celle de l'eau pure. Mais si, à partir de ce moment, on dépose de nouvelles gouttes, il se produit un abaissement rapide de la tension superficielle, tandis que la diminution de l'effet Volta se poursuit au contraire, en s'atténuant de plus en plus, pour atteindre finalement une valeur limite.

En définitive, *la variation de la différence de potentiel apparente précède la variation de la tension superficielle* et, par suite, il ne paraît pas exister une relation simple entre la constante capillaire et la différence de potentiel existant, à la surface libre, entre l'air et l'eau recouverte d'une couche mince de substance organique.

II. La plupart des substances étudiées ont été déposées sur l'eau en solution benzénique. Mais l'évaporation élimine-t-elle la totalité du solvant et n'en subsiste-t-il pas à la surface de l'eau une quantité suffisante pour produire une partie notable de la diminution constatée de l'effet Volta? Pour lever l'incertitude, nous avons comparé les abaissements limites obtenus au moyen de solutions diverses, à ceux qu'on obtient en étendant directement la substance dissoute, sans passer par l'intermédiaire d'un solvant.

(¹) *Phil. Mag.*, t. XLIII, 1899, p. 332.

Les expériences nous ont donné les résultats suivants :

	Corps pur.	En solution dans le benzène rectifié.	En solution dans le toluène rectifié.
	volt	volt	volt
Trioléine	0,334	0,331	0,328
Tricapryline	0,411	0,412	0,412
Trilaurine	0,449	0,447	0,436
Tribenzoïne	0,595	0,590	»
Acide oléique	0,155	0,158	0,151
Acide myristique	0,291	0,289	»

Les nombres obtenus avec les solutions dans le toluène sont généralement un peu plus faibles que ceux qui correspondent aux corps purs ou aux solutions benzéniques; mais les écarts ne sont pas très supérieurs à la limite de précision des expériences, et peut-être même sont-ils dus aux impuretés que le solvant abandonne à la surface de l'eau : les premiers essais, effectués en utilisant la benzine et le toluène purs du commerce que nous n'avions pas rectifié, donnaient en effet des écarts plus considérables.

Il semble donc résulter de ces mesures que le solvant n'intervient pas et, par suite, les abaissements limites observés pour l'effet Volta sont caractéristiques des substances étendues sur l'eau, directement ou par l'intermédiaire d'un solvant volatil.

III. Les résultats obtenus relativement aux abaissements-limites de l'effet Volta, à la *température ordinaire*, ont été les suivants :

Éthers de la glycérine.

		volt
Tricapryline	$C^3H^5(C^7H^{15}CO^2)^3$	0,412
Trilaurine	$C^3H^5(C^{11}H^{23}CO^2)^3$	0,448
Trimyristine	$C^3H^5(C^{13}H^{27}CO^2)^3$	0,620
Tripalmitine	$C^3H^5(C^{15}H^{31}CO^2)^3$	0,627
Tristéarine	$C^3H^5(C^{17}H^{35}CO^2)^3$	0,653
Trioléine	$C^3H^5(C^{17}H^{33}CO^2)^3$	0,330

Acides correspondants.

		volt
Acide laurique	$CH^3-(CH^2)^{10}-CO^2H$	0,195
» myristique	$CH^3-(CH^2)^{12}-CO^2H$	0,288
» palmitique	$CH^3-(CH^2)^{14}-CO^2H$	0,290
» stéarique	$CH^3-(CH^2)^{16}-CO^2H$	0,306
» oléique	$CH^3-(CH^2)^7-C-H$ ‖ $H-C-(CH^2)^7-CO^2H$	0,154

Acides correspondants (suite).

	volt
Acide élaïdique $CH^3-(CH^2)^7-C-H$ ‖ $CO^2H-(CH^2)^7-C-H$	0,260
» stéarolique $C^{18}H^{32}O^2$	0,165
Tribenzoïne $C^3H^5(C^6H^5CO^2)^3$	0,593

Éthers des biacides.

	volt
Éther succinique $CO^2C^2H^5-(CH^2)^2-CO^2C^2H^5$	0,308 (Ordre de grandeur.)

Biacides.

	volt
Acide subérique $CO^2H-(CH^2)^6-CO^2H$ } Ordre de grandeur	0,193
Acide azélaïque $CO^2H-(CH^2)^7-CO^2H$ } Ordre de grandeur	0,204

Éthers des monoacides.

	volt
Palmitate de cétyle $CH^3-(CH^2)^{14}-CO^2-CH^2-(CH^2)^{14}-CH^3$	0,202
Benzoate de benzyle $C^6H^5CO^2-CH^2-C^6H^5$	0,515
Benzoate d'amyle $C^6H^5-CO^2-C^5H^{11}$	0,507

Alcools correspondants.

	volt
Alcool cétylique $CH^3-(CH^2)^{14}-CH^2OH$	0,460
Alcool benzylique $C^6H^5-CH^2OH$	0,347 (Ordre de grandeur.)

Sels métalliques.

	volt
Palmitate de calcium	0,290
Palmitate de cuivre	0,283

Aldéhyde.

	volt
Œnanthol $CH^3-(CH^2)^5-CHO$	0,214

Hydrocarbure benzénique.

	volt
Éthylbenzène $C^6H^5-C^2H^5$	0,183 (Ordre de grandeur.)

Corps à fonction phénol ou éther de phénol.

		volt
Salol	$C^6H^4\begin{cases}CO-O-C^6H^5\ (1)\\ OH\ (2)\end{cases}$	0,376
Anéthol	$C^6H^4\begin{cases}CH=CH-CH^3\ (1)\\ O-CH^3\ (4)\end{cases}$	0,467
Aubépine	$C^6H^4\begin{cases}CHO\\ O-CH^3\end{cases}$	0,327
Eugénol	$C^6H^3\begin{cases}CH^2-CH=CH^2\ (1)\\ OCH^3\ (3)\\ OH\ (4)\end{cases}$	0,366

Corps à fonction phénol ou éther de phénol (suite).

		volt
Isoeugénol	$C^6H^3 \begin{cases} CH = CH - CH^3 (1) \\ OCH^3 (3) \\ OH (4) \end{cases}$	0,366
Isosafrol	$C^6H^3 \begin{cases} CH = CH - CH^3 (1) \\ O (3) \\ O (4) \end{cases} CH^2$	0,343

OPTIQUE. — *Condition générale du stigmatisme dans un système de dioptres de révolution autour d'un même axe.* Note de M. R. **Boulouch**, présentée par M. E. Bouty.

Cette condition sera obtenue par l'application simultanée du théorème de Fermat et de la formule établie ([1]) pour les focales sagittales.

Soit ρ la distance du point stigmatique ordinaire A au point quasi stigmatique S qui se trouve sur le rayon faisant l'angle u avec l'axe XX'; soit $A'S' = \rho'$; au voisinage de A les points quasi stigmatiques formeront, dans la section principale de S, une courbe C; pour un point B de cette courbe, $BS = \rho - \varepsilon$, $B'S' = \rho' - \varepsilon'$, $BAX' = \Omega$, $B'A'X' = \Omega'$, $AB = l$, $l \cos\Omega = g$, $l \sin\Omega = h$, $l' \cos\Omega' = g'$, $l' \sin\Omega' = h'$.

Si l'angle u varie, les points S, S' décrivent les méridiennes des surfaces corrélatives de A, A'.

Les points conjugués B, B étant à la fois focales sagittales et tangentielles, on peut leur appliquer la relation (1) et le théorème de Fermat (2) :

$$\left(1 - \frac{\varepsilon}{\rho}\right) : nh \sin u = \left(1 - \frac{\varepsilon'}{\rho'}\right) : n'h' \sin u', \tag{1}$$

$$n\,d\varepsilon = n'\,d\varepsilon'; \tag{2}$$

mais B et B' étant formés par l'intersection de rayons infiniment voisins, il faudra, en établissant l'équation (2), laisser g, h, g', h' invariables, bien que ces coordonnées soient des fonctions de u, u'.

Les équations (1) et (2), réduites aux termes du premier ordre, deviennent

$$nl \sin\Omega \sin u = n'l' \sin\Omega' \sin u', \tag{1'}$$

$$nl \sin(\Omega - u)\,du = n'l' \sin(\Omega' - u')\,du'; \tag{2'}$$

([1]) *Comptes rendus*, 10 juillet 1911, p. 99.

d'où, en divisant membre à membre,

$$du(\cot u - \cot\Omega) = du'(\cot u' - \cot\Omega'), \tag{1}$$

où Ω, Ω' sont les angles avec l'axe des tangentes menées aux courbes C, C' par les points A, A'.

C'est la condition générale du stigmatisme.

Cette condition ne devient illusoire que : 1° pour $\Omega = u$, $\Omega' = u'$, cas qui correspond au stigmatisme singulier [1]; 2° dans le cas $\Omega = \Omega' = 0$ des points stigmatiques d'Herschel.

Points stigmatiques singuliers. — Il suffit, pour retrouver la condition correspondante, de poser $\Omega = u + du$, $\Omega' = u' + du'$; on retombe alors sur

$$du : \sin u = du' : \sin u' \qquad \text{ou} \qquad \operatorname{tang}\frac{u'}{2} = \gamma \operatorname{tang}\frac{u}{2},$$

mais les équations (1) et (2) nous permettent de distinguer les deux cas singuliers (1); les points singuliers de deuxième espèce qui présentent une infinité de couples de surfaces corrélatives doivent obéir à la relation

$$d\rho : n\rho^2 \sin^2 u = d\rho' : n'\rho'^2 \sin^2 u', \tag{3}$$

fournie par les termes du deuxième ordre de ces équations.

Points stigmatiques d'Herschel. — Si l'on suppose qu'il y a sur l'axe un autre point stigmatique infiniment voisin, toutes les courbes C doivent passer par ces deux points et par conséquent être tangentes à l'axe; si l'on suppose que le point de contact est un point ordinaire où les courbes C, C' admettent les rayons de courbure R, R', la condition de stigmatisme donne

$$\lim du \sin\Omega' : \sin\Omega = du' : du$$

qui se transforme aisément en

$$nR : \cos\frac{u}{2} = \gamma^3 n' R' : \cos\frac{u'}{2}, \tag{4}$$

si l'on tient compte de la condition dite d'Herschel qui résulte de l'équation $n\,d\varepsilon = n'\,d\varepsilon'$ et s'écrit

$$\sin\frac{u'}{2} = \gamma \sin\frac{u}{2}. \tag{5}$$

---

[1] *Comptes rendus*, 10 novembre 1913, p. 846.

De la coexistence des conditions (4) et (5) on peut déduire qu'il ne peut y avoir un autre point stigmatique au voisinage des deux premiers et en dehors de l'axe; en effet, toutes les courbes C, C' devant respectivement passer par ce point stigmatique et par son conjugué, les rayons R, R' seraient indépendants de u, u' et les équations (4) et (5) deviendraient incompatibles; de là cette proposition : *Si l'on rencontre deux points stigmatiques infiniment voisins sur l'axe d'un système de dioptres de révolution, il ne peut exister, hors de l'axe, d'autre point stigmatique voisin, même à une distance du second ordre.*

Cette proposition doit remplacer celle qu'on tire de la comparaison des conditions d'Abbe et d'Herschel; cette dernière est incomplète, car elle ne démontre pas que des points stigmatiques, non situés dans des plans de front passant par le premier couple de points stigmatiques de l'axe, ne puissent coexister avec un autre couple de points stigmatiques sur l'axe.

Points stigmatiques d'Abbe. — En dehors des points d'Herschel, les courbes C, par raison de symétrie, ne peuvent être tangentes entre elles que si la tangente commune est perpendiculaire à l'axe; la condition de contact se confond avec la condition d'*orthogonalité* $\Omega = \Omega' = \frac{\pi}{2}$, qui exige $du.\cot u = du'.\cot u'$, c'est-à-dire la relation des sinus, et cette condition étant supposée réalisée, les équations (1) et (2) convenablement développées et combinées permettront d'établir les conditions d'osculation, de symétrie, de coïncidence des courbes C et aussi des courbes C' qui permettent de préciser un aplanétisme de plus en plus parfait [1].

Ovales de Descartes. — Aux points stigmatiques des dioptres, dont les méridiennes sont des cartésiennes, ne se vérifient aucune des conditions particulières précédentes; seule la condition générale pourra donner lieu à une vérification.

Si $2c$ est la distance de foyers et si $n\rho - n'\rho' = 2a$, on tire facilement, en exprimant ρ, ρ' en u, u',

$$\left(n'\frac{c}{a} - \cos u'\right) : \sin u' = \left(n\frac{c}{a} - \cos u\right) : \sin u,$$

qui permet de calculer $du' : du$; un calcul assez laborieux, à partir des équa-

[1] *Comptes rendus*, 1er décembre 1913, p. 1072.

tions classiques et en posant

$$\cot(\Omega - u) = -d\rho : \rho di \quad \cot(\Omega' - u') = -d\rho' : \rho' di',$$

permet d'obtenir

$$\frac{\cot u - \cot\Omega}{\cot u' - \cot\Omega'} = \frac{1 - n\frac{c}{a}\cos u}{1 - n'\frac{c}{a}\cos u'} \, \frac{n'\frac{c}{a} - \cos u'}{n\frac{c}{a} - \cos u} \, \frac{\sin u'}{\sin u},$$

c'est-à-dire justement $\frac{du}{du'}$.

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur l'absorption des radiations ultraviolettes par les dérivés chlorés du méthane.* Note de MM. **Massol** et **Faucon**, transmise par M. J. Violle.

Nous avons été amenés à étudier la série des dérivés chlorés du méthane après avoir constaté les résultats contradictoires qui avaient été publiés antérieurement sur le *tétrachlorure de carbone* (¹).

En 1881, Hartley (²) dit que le tétrachlorure de carbone de donne pas de bandes d'absorption. Par contre, en 1883, Liveing et Dewar (³) indiquent une large bande de $\lambda = 3285$ à $\lambda = 3045$, avec maximum aux environs de 3180. Enfin, en 1902, Martens (⁴) comparant les tétrachlorures de silicium, carbone, étain et titane, ne signale pas de bandes pour ces divers composés.

Au cours de nos recherches, nous avions eu l'occasion d'examiner en 1911 un échantillon de tétrachlorure de carbone qui nous avait fourni un spectrogramme avec une large bande d'absorption. Un nouvel échantillon, provenant d'une autre maison, nous donna également une bande, mais un troisième produit d'origine différente ne donna pas de bande.

Les trois produits employés avaient comme point d'ébullition 76°,2 ($H = 762^{mm},4$), 76° ($H = 758^{mm}$) et 76°,7 ($H = 760^{mm}$). Regnault et Yong ont indiqué 76°,75.

C'est le produit à point d'ébullition le plus élevé qui n'a pas donné de bande.

(¹) Kayser, *Handbuch der Spectroscopie*, t. III, 1905, p. 524.

(²) Hartley, *J. chem. Soc.*, t. XXXIX, 1881, p. 153.

(³) Liveing et Dewar, *Proc. Roy. Soc.*, t. XXXV, 1883, p. 71.

(⁴) Martens, *Verh. Phys. Ges.*, t. IV, 1902, p. 158.

Nous avons pris 2kg du produit bouillant à 76° et nous l'avons soumis à une série de fractionnements. Nous avons obtenu un produit de tête passant à 61°,4, puis une série de produits intermédiaires passant jusqu'à 76°,3, tous donnant une forte bande d'absorption, et finalement un produit distillant à 76°,4 (H = 758mm) ne donnant pas de bande.

Ce dernier est du tétrachlorure de carbone pur; la recherche de l'impureté nous a montré que tous les autres produits renfermaient du sulfure de carbone. Les fractionnements répétés que nous avons dû effectuer pour obtenir un produit pur et ne donnant pas de bande d'absorption montrent que la séparation du sulfure et du tétrachlorure est assez difficile à la pression ordinaire, malgré la différence assez grande des points d'ébullition.

Il suffit de 1 pour 100 de sulfure de carbone pour donner une très belle bande sous une épaisseur de 2mm à 60mm. Les dissolutions de sulfure de carbone dans le tétrachlorure de carbone et dans l'alcool éthylique absolu, ont donné les mêmes résultats.

Méthane trichloré. Chloroforme. — Ce produit est indiqué comme ne donnant pas de bande d'absorption dans l'ultraviolet. Un échantillon rectifié, examiné soit pur, soit en dilutions au $\frac{1}{10}$, au $\frac{1}{100}$ et au $\frac{1}{1000}$ dans l'alcool éthylique, n'a donné de bande dans aucun cas.

Méthane bichloré. — Ce produit ne paraît pas avoir été étudié jusqu'à ce jour. Un échantillon rectifié, bouillant à 43°,8 (H = 760mm), n'a pas donné de bande d'absorption.

En résumé, les trois dérivés chlorés du méthane étudié sont incolores, transparents pour les radiations visibles et ultraviolettes; ils n'arrêtent que les radiations à très faibles longueurs d'onde et ne donnent pas de bandes d'absorption.

Limite de transmission des radiations ultraviolettes en fonction des épaisseurs (produits purs).

Épaisseurs en millimètres.	Méthane bichloré.	Méthane trichloré.	Méthane tétrachloré.
1	227	233	245
2	227	237	249
3	227	238	254
5	229	243	255
10	231	246	259
20	234	250	264
30	238	253	265
50	248	258	267
70	270	267	268
80	270	267	268

Le Tableau précédent et la comparaison des spectrogrammes fournis par ces dérivés du méthane permet d'étudier l'influence des atomes de chlore successivement substitués à l'hydrogène dans une molécule de constitution très simple.

En couche mince, ces produits sont très transparents. La transparence diminue à mesure que le nombre des atomes substitués augmente. Cette influence se manifeste surtout sous les faibles épaisseurs, car les différences observées diminuent à mesure que l'épaisseur augmente, et les trois produits ont sensiblement même transparence lorsque la couche traversée atteint 70^{mm}.

PHOTOCHIMIE. — *Sur les propriétés photochimiques des résinates colorés.* Note de M. **J. Larguier des Bancels**, présentée par M. A. Dastre.

La solubilité des résinates colorés subit, sous l'influence de la lumière, de lentes modifications ([1]). Il m'a paru intéressant de rechercher si la présence de certains corps ne pourrait augmenter la susceptibilité photochimique de ces substances. On sait que les résinates, exposés à la lumière, perdent peu à peu leur solubilité dans la benzine. J'ai reconnu que ce processus est notablement accéléré, lorsqu'on additionne le résinate d'une petite quantité de sels minéraux, tels que ceux de l'uranium, d'une part, du zinc et du cadmium, de l'autre.

Les expériences qui font l'objet de la présente Note ont porté, en particulier, sur un résinate coloré à la rhodamine, qui m'a été obligeamment fourni par la Société des matières colorantes de Saint-Denis. Opérant en série, de manière à obtenir des termes de comparaison aussi nombreux que possible, je procédais comme suit. Je préparais une solution alcoolique de résinate, à 0,25 pour 100 environ, que je divisais en portions égales, de 3^{cm^3}, dont j'additionnais chacune de quelques gouttes d'une solution saline titrée. La matière colorante était étalée en couche mince sur de petites plaques de verre, à raison de 1^{cm^3} par plaque, abandonnée à l'obscurité jusqu'à dessiccation, puis exposée à la lumière d'une lampe à vapeur de mercure (lampe Westinghouse-Cooper-Hewitt, montée sur un courant de 110 volts et fonctionnant sous un régime de 75 volts et 3,4 ampères). Les plaques étaient développées dans un bain de benzine, qui dissout les parties protégées ou insuffisamment irradiées.

Je me suis efforcé de déterminer l'action des sels et, le plus souvent, des nitrates ou des chlorures de Li, Na, K, NH^4, Mg, Zn, Cd, Ca, Sr, Ba, Ce, Th, Ur, Cr, Mn, Cu, Fe.

([1]) J. Larguier des Bancels, *Sur la solubilité des résinates colorés soumis à l'action de la lumière* (*Comptes rendus*, séance du 22 juillet 1912).

Co, Ni. Seuls ceux de l'uranium, du zinc et du cadmium ont exercé une influence manifeste. Certains sels, comme ceux du cuivre et du fer, modifient entièrement les propriétés du résinate qui devient insoluble, alors même qu'il a été soustrait à l'action de la lumière. D'autres, comme ceux du chrome ou du thorium, déterminent un précipité, qui fait obstacle à la préparation de plaques homogènes et masque par suite les effets possibles de ces corps.

Les sels d'uranium et de zinc auxquels j'ai eu recours sont fortement hydrolysés en solution aqueuse ou alcoolique. Il convenait de rechercher si l'acidité des liqueurs rendait compte, en tant que telle, des modifications photochimiques du résinate. Je me suis assuré par des essais comparatifs que l'addition d'un acide exerce à la vérité une influence positive, mais beaucoup plus faible que celle des sels considérés.

1° Les résinates exposés à la lumière deviennent progressivement insolubles dans la benzine. Toutes choses égales, la fixation des parties irradiées augmente, au moins jusqu'à une certaine limite, avec la proportion du sel actif.

2° L'action de l'uranium est beaucoup plus puissante que celle du zinc ou du cadmium. Il suffit, par exemple, d'additionner 3^{cm^3} de la solution de résinate de 1 goutte de nitrate d'uranium $\frac{n}{10}$ pour obtenir, après 6 minutes d'exposition, un effet très marqué. Il faut une concentration vingt fois plus forte pour provoquer avec le nitrate de zinc un effet équivalent dans les mêmes conditions.

Les actions du zinc et du cadmium sont du même ordre de grandeur. Celle du zinc est toutefois légèrement supérieure.

3° Les résultats suivants donneront une idée des effets que l'addition des sels d'uranium et de zinc permet d'obtenir. Pour atteindre le degré de fixation qu'on appellera conventionnellement « fort », il est nécessaire d'irradier le résinate pur pendant 60 minutes au moins, le résinate additionné de zinc pendant 30 minutes, le résinate additionné d'uranium pendant 8 minutes seulement. L'action de la lumière n'est manifeste dans le premier cas qu'au bout de 6 minutes (fixation « faible »). Elle le devient, dans le second, au bout de 3 minutes, et de 1 minute dans le dernier.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la présence constante des terres rares dans les scheelites, révélées par la phosphorescence cathodique.* Note de M. **Ch. de Rohden**, présentée par M. A. Haller.

MM. Urbain et Scal (1) ont pu attribuer à la présence de terres rares les raies observées dans les spectres de phosphorescence cathodique des fluorines. De nombreuses scheelites (tungstate de calcium) présentent dans les mêmes conditions, outre un spectre continu, des raies brillantes ou sombres analogues. J'ai vérifié qu'elles contiennent toutes des traces des éléments rares les plus divers. (Cossa (2) et Eberhardt (3) avaient déjà noté la présence d'un petit nombre d'entre eux dans certaines scheelites.) La plupart de ces terres rares sont en quantité trop petite pour apparaître dans le spectre d'arc des impuretés de la scheelite, où l'on ne voit nettement que le Ny et l'Y; mais elles sont très faciles à reconnaître dans le spectre de phosphorescence de la chaux qu'on peut extraire de ce minéral.

Pour éliminer l'acide tungstique, j'ai employé la méthode de M. Bourion (4), qui consiste à chauffer vers 800° la scheelite finement divisée dans un courant de chlore et de bichlorure de soufre. L'acide tungstique est transformé quantitativement en oxychlorures de tungstène qui distillent et le calcium reste à l'état de chlorure fondu. L'opération se fait dans une nacelle et un tube de silice. Le chlorure de calcium dissous dans l'eau est précipité par le carbonate d'ammonium pur, et le carbonate de calcium obtenu est transformé en chaux par calcination. Les éléments rares suivent partout le calcium dans ces opérations et se retrouvent à la fin en totalité dans la chaux. Pour éviter des erreurs dues à l'introduction d'impuretés pendant les calcinations, chaque échantillon a été divisé en deux parties, chauffées, la première dans un creuset de platine, la seconde dans un creuset de porcelaine n'ayant jamais servi. Les deux chaux obtenues devaient être analogues et l'ont été en effet.

Les spectres de phosphorescence cathodique des chaux ont été mesurés :

1° Visuellement, au micromètre, du rouge au bleu;

2° Par l'intermédiaire de la photographie du bleu à l'ultraviolet jusqu'à $\lambda = 350^{\mu\mu}$ environ (derniers rayons capables de traverser le verre du spectrographe dont je disposais).

Je rappellerai ailleurs, dans un exposé plus complet, sous quelles réserves on peut considérer comme se superposant les spectres de phosphorescence

(1) *Comptes rendus*, t. 144, p. 30.

(2) *Comptes rendus*, t. 87, p. 377.

(3) *Sitzungsberichte d. kön. pr. Ak. Wiss.*, t. XXXVIII, p. 851.

(4) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. XXI, p. 49.

de plusieurs phosphorogènes présents dans le même diluant. Cette addidivité des spectres est suffisamment approchée pour permettre l'attribution des raies visibles à l'élément qui les produit. Les spectres des éléments rares purs dilués dans la chaux et le sulfate de calcium ont été décrits par M. Urbain [1].

J'ai traité sept scheelites et pu identifier toutes les lignes de chacun des spectres, sauf quelques-unes très faibles.

Voici le résumé de cette attribution :

Terres rares révélées par la phosphorescence de la chaux.

Scheelites.	Éléments reconnus.	Intensité de leur spectre.	Nombre de lignes identifiées.
1. Provenance inconnue	Sa	Très intense	4 lignes t. F
	Dy	Moins intense	7 lignes
	Er	Faible	4 »
	Non identifié	Faible	1 »
2. Provenance inconnue	Spectre continu très intense		
3. Provenant de Marmolejo, province de Cordoba [2] Espagne)	Sa	Intense	5 lignes t. F
	Tb	»	23 lignes
	Dy	»	9 »
	Eu	»	14 »
	Nd	Intensité moyenne	7 »
	Non identifié	Faible	2 »
4. Provenant de Walpori (Otago, New Zeland)..	Sa	Intense	5 lignes t. F
	Dy	»	8 »
	Tb	Faible	4 »
	Non identifié	»	2 »
5. Provenance inconnue....	Dy	Extrêm. intense	5 lignes t. F
	Sa	Intense	8 »
	Pr	Intensité moyenne	9 »
	Tb	Très faible	2 »
	Non identifié	»	2 »
6. Provenant de Gangthal (Salzburg)	Sa	Très intense	7 lignes
	Dy	»	10 »
	Tb	»	24 »
	Non identifié	Très faible	6 »
7. Provenant de Marmolejo (Espagne)............	Eu	Très intense	13 lignes
	Sa	Faible	4 »
	Dy	»	4 »
	Tb	Très faible	3 »
	Non identifié	Faible	1 »

[1] *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. XVIII, p. 222.

[2] Que je dois à l'obligeance de M. Michel.

Dans une deuxième série d'expériences, j'ai transformé les chaux en sulfates de calcium et renouvelé l'attribution des lignes pour ce nouveau diluant.

Il ne s'est présenté aucune contradiction entre les deux séries d'identifications, mais la série sulfate de calcium est de beaucoup la moins variée. Le Dy et le Sa y masquent les autres éléments actifs. La scheelite n° 2 y a présenté les bandes de ces deux éléments.

Les résultats obtenus peuvent être résumés brièvement :

1° Toutes les scheelites étudiées contiennent des éléments rares ;

2° Tous les éléments rares auxquels la méthode est applicable ont été trouvés ;

3° La proportion relative des éléments rares varie considérablement d'une scheelite à l'autre ;

4° Toutes les apparences spectrales observées peuvent s'expliquer avec les éléments rares connus.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage de la potasse et de la magnésie par volumétrie physico-chimique. Application à l'analyse des vins.* Note [1] de M. **Marcel Duboux**, présentée par M. A. Haller.

Dans deux Notes précédentes [2], nous avons proposé, M. Dutoit et moi, un procédé d'analyse volumétrique physico-chimique d'une grande généralité, applicable à l'analyse des solutions métalliques, des eaux et même des milieux complexes comme le vin. Ce procédé consiste à suivre la conductibilité électrique de la solution après des additions successives d'un réactif approprié.

Nous avons notamment dosé dans le vin avec précision et rapidité : les sulfates, les chlorures, les phosphates, la chaux, les acides tartrique, malique et succinique, l'acidité totale, l'acidité forte, l'acidité faible, l'alcalinité totale, l'alcalinité organique et l'ammoniaque.

Je me suis alors proposé de doser, par cette méthode, la potasse et la magnésie que nous n'avions pas encore étudiées.

Dosage de la potasse. — Il est réalisé en suivant la conductibilité, après des additions successives de chlorure platinique, de la solution neutre

(1) Présentée dans la séance du 6 juillet 1914.

(2) Dutoit et Duboux, *Comptes rendus*, t. 147, p. 134 et 351.

potassique, aditionnée d'environ 18 fois son volume d'alcool à 95°. La courbe de précipitation affecte l'allure indiquée par la figure 1. Le point

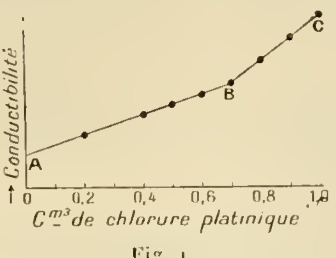


Fig. 1.

de fin de réaction B n'est déterminé par l'intersection de deux droites que si l'on attend assez longtemps pour que la conductibilité soit constante après chaque addition de réactif.

La présence des sels de sodium, de calcium et de magnésium est sans influence sur le dosage.

Il est nécessaire, pour appliquer ce procédé au dosage de la potasse dans le vin, de détruire les matières organiques et notamment l'acide tartrique qui précipiterait la potasse après l'addition d'alcool.

Dans ce but, on évapore et calcine modérément 20^{cm^3} de vin, on ajoute aux cendres quelques gouttes d'acide chlorhydrique, dont on évapore l'excès, on reprend par 5^{cm^3} d'eau additionnée de $0^{cm^3},7$ environ d'une solution de chlorure de calcium à 11 pour 100 de sel hydraté (ce qui a pour effet de précipiter les sulfates et phosphates), et 100^{cm^3} d'alcool à 95°. Le liquide introduit dans la cuve à résistance est titré comme il a été dit ailleurs [1].

La solution platinique est obtenue en dissolvant 3^g de sel dans 30^{cm^3} d'eau; son titre est fixé par comparaison avec une solution titrée de chlorure de potassium $\left(5^{cm^3}\ \mathrm{KCl},\ \frac{N}{15}\ \text{et}\ 95^{cm^3}\ \text{d'alcool}\right)$ en utilisant les conductibilités comme indicateur de fin de réaction.

La précision des dosages de la potasse par ce procédé est, en ce qui concerne les vins, d'environ $0^g,03$ de potasse (KOH) par litre; elle peut être accrue si l'on opère sur un plus grand volume.

Dosage de la magnésie. — Il s'effectue en mesurant la conductibilité électrique de la solution magnésienne, renfermant 0,02 pour 100 d'ammo-

(1) Dutoit et Duboux, *L'analyse des vins par volumétrie physico-chimique*, Lausanne 1912.

niaque et 0,06 pour 100 de chlorure d'ammonium, après des additions graduelles d'une solution titrée d'acide phosphorique demi-normale. La courbe de précipitation (*fig.* 2) est d'une grande netteté, mais le dosage

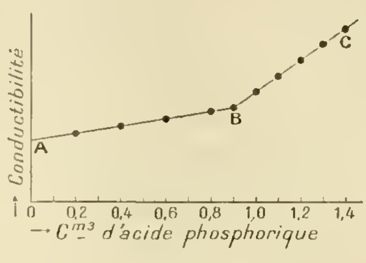


Fig. 2.

n'est exact que si l'on prend les précautions indiquées plus haut : on détermine le titre du réactif acide phosphorique, comme on a déterminé le titre de la solution platinique, mais en utilisant comme liqueur de comparaison une solution de chlorure de magnésium de concentration connue.

Dans le cas particulier des vins, on doit détruire les acides organiques pour éviter l'abaissement de la sensibilité dû à la présence de leurs sels ammoniacaux conducteurs, et éliminer l'acide phosphorique et la chaux, de nature à fausser le dosage.

J'ai alors adopté le mode opératoire suivant qui permet en outre de doser la chaux séparée de la magnésie.

Une prise de 50^{cm^3} de vin est additionnée de 3^{cm^3} d'acide sulfurique normal et de 100^{cm^3} d'alcool à 95°; après 2 heures de repos, le précipité de sulfate de calcium est filtré et lavé avec de l'alcool à 60°. On réalise sa dissolution en l'introduisant avec son filtre dans un vase renfermant 30^{cm^3} d'eau, et on la titre avec une solution d'oxalate de potassium normale, après digestion d'une demi-heure [1].

Le filtrat, qui contient la magnésie, est additionné de $3^{cm^3},5$ d'une solution normale d'ammoniaque et de 7^{cm^3} d'une solution de nitrate de plomb à 16 pour 100 qui précipite les phosphates; après avoir chauffé au bain-marie, filtré et lavé le précipité à l'alcool, on ajoute au nouveau filtrat 5^{cm^3} d'acide sulfurique normal pour éliminer l'excès de plomb; la solution filtrée, ainsi débarrassée de la chaux et des phosphates, est évaporée et calcinée dans une capsule de platine; la solution du résidu dans 5^{cm^3} d'acide chlorhydrique $\frac{N}{10}$ est additionnée de 50^{cm^3} d'une solution au $\frac{N}{10}$ normale d'ammoniaque et titrée par l'acide phosphorique. On attendra assez longtemps après chaque addition de réactif pour que la conductibilité soit constante.

---

[1] M. Duboux, *J. suisse de Chim. et Pharm.*, 1910, p. 592.

La comparaison des résultats fournis par la méthode gravimétrique et la méthode volumétrique est satisfaisante; j'ai observé cependant que le procédé décrit ici conduit généralement à des chiffres inférieurs de $0^{g},01$ par litre à ceux que fournit la méthode habituelle. Ce léger déficit est dû probablement au phosphore organique du vin, non éliminé par le nitrate de plomb; le phosphate, auquel il donne naissance par la calcination, précipite alors une quantité correspondante de magnésie.

CHIMIE MINÉRALE. — *Isolement du néoytterbium.* Note [1] de MM. **J. Blumenfeld** et **G. Urbain**, présentée par M. A. Haller.

Les propriétés de tout corps défini soumis au fractionnement demeurent associées et invariables. C'est là la définition même de l'espèce chimique. Lorsque des corps isomorphes sont très voisins les uns des autres par leurs propriétés chimiques, on a recours aux fractionnements pour isoler de telles substances de propriétés invariables, c'est-à-dire des espèces chimiques.

Or les propriétés caractérisent la matière soit qualitativement, soit quantitativement. Dans ce dernier cas, si les propriétés sont suffisamment sensibles, elles doivent servir de critérium permettant de s'assurer qu'un corps défini a été obtenu.

En ce qui concerne les terres rares, le magnétisme est parmi les propriétés d'ordre quantitatif, la plus sensible qui puisse être actuellement déterminée. D'un terme à l'autre de la série, leurs valeurs varient dans de très larges limites. Nous y avons eu recours pour suivre les progrès de nos dernières séparations.

Tant que les termes consécutifs d'un fractionnement sont des mélanges, les coefficients d'aimantation varient d'une façon continue. Ce résultat peut être exprimé par une courbe en portant les coefficients d'aimantation en ordonnées et les numéros d'ordre des fractions successives en abscisses. Nous désignons ces courbes du nom de « courbes de magnétisme ».

En poursuivant les fractionnements, les courbes se déforment de telle sorte qu'à chaque corps défini, c'est-à-dire à chaque élément du groupe, correspond finalement un palier horizontal.

Chacun de ces paliers, quand il correspond à un nombre suffisant de fractions, accuse l'isolement d'un corps déterminé.

Cette méthode de travail dont les résultats sont absolument certains

---

[1] Présentée dans la séance du 29 juin 1914.

présente de grands avantages sur la méthode qui consiste à contrôler les fractionnements par les seules méthodes spectrales.

En effet, dans le groupe des terres rares, les spectres sont toujours très riches en raies fort sensibles, et d'une sensibilité très inégale. Il paraît impossible de ne pas commettre d'erreurs en attribuant à tel ou tel constituant d'un mélange de corps inconnus un grand nombre de raies spectrales. L'histoire des terres rares fourmille d'exemples de tels faits.

Or, si un corps a été défini par un spectre ne caractérisant qu'un mélange, les observations spectrales employées comme seul guide dans le travail d'isolement conduiront à éliminer, au cours des traitements, des fractions incorrectement considérées comme pures.

La méthode spectrale, toute qualitative, est un admirable moyen de découverte, mais n'étant infaillible qu'autant que les spectres ont été correctement décrits; elle ne permet pas, à elle seule, de contrôler avec la certitude nécessaire les opérations effectuées en vue de l'isolement d'un élément encore inconnu; et les méthodes quantitatives sont absolument indispensables.

Les terres du groupe ytterbique ont été fractionnées par la méthode de cristallisation des nitrates décrite antérieurement par l'un de nous (G. Urbain, *Comptes rendus*, 4 novembre 1907). Dans l'état actuel de nos fractionnements portant sur la totalité du groupe, les coefficients d'aimantation varient entre les larges limites 110.10^{-6} et 4.10^{-6}. Les mesures ont été faites par comparaison avec une solution de chlorure de nickel étalonnée au laboratoire de M. P. Weiss.

Au cours des fractionnements effectués en vue de l'isolement spécial du néoytterbium, les fractions riches en thulium [1] ont été constamment éliminées des produits de tête, et des fractions riches en lutécium [2], des produits de queue.

Chaque fractionnement contenait environ 20 fractions consécutives. A mesure que la fraction de tête disparaissait par addition de dissolvant, une nouvelle fraction était formée en queue par concentration des eaux mères. Des germes de nitrate de bismuth $BiNO^3.5H^2O$ permettaient d'amorcer les cristallisations. Il convient en effet d'éviter la formation d'hydrates inférieurs.

Après 100 tours de fractionnements, soit 2000 cristallisations environ,

---

[1] Le thulium est défini ici comme la terre qui présente le spectre d'absorption signalé successivement par Soret et Clève.

[2] Le lutécium est défini par les raies principales du spectre décrit primitivement par l'un de nous (*loc. cit.*).

chaque fraction était purifiée et le coefficient d'aimantation de l'oxyde était mesuré à la balance magnétique de P. Curie et Chéneveau. La courbe de magnétisme donna l'indication franche d'un palier horizontal. Après 100 nouveaux tours de fractionnements, un palier de 8 fractions successives fut obtenu.

C'est au radical métallique de la terre correspondant à ce palier que nous réservons le nom de « néoytterbium ».

Les courbes ci-dessous représentent les variations du coefficient d'aimantation correspondant aux deux séries consécutives de 100 tours de fractionnements. Ils montrent que le paramagnétisme de l'oxyde de néoytterbium est $x.10^{-6} = 33,6$.

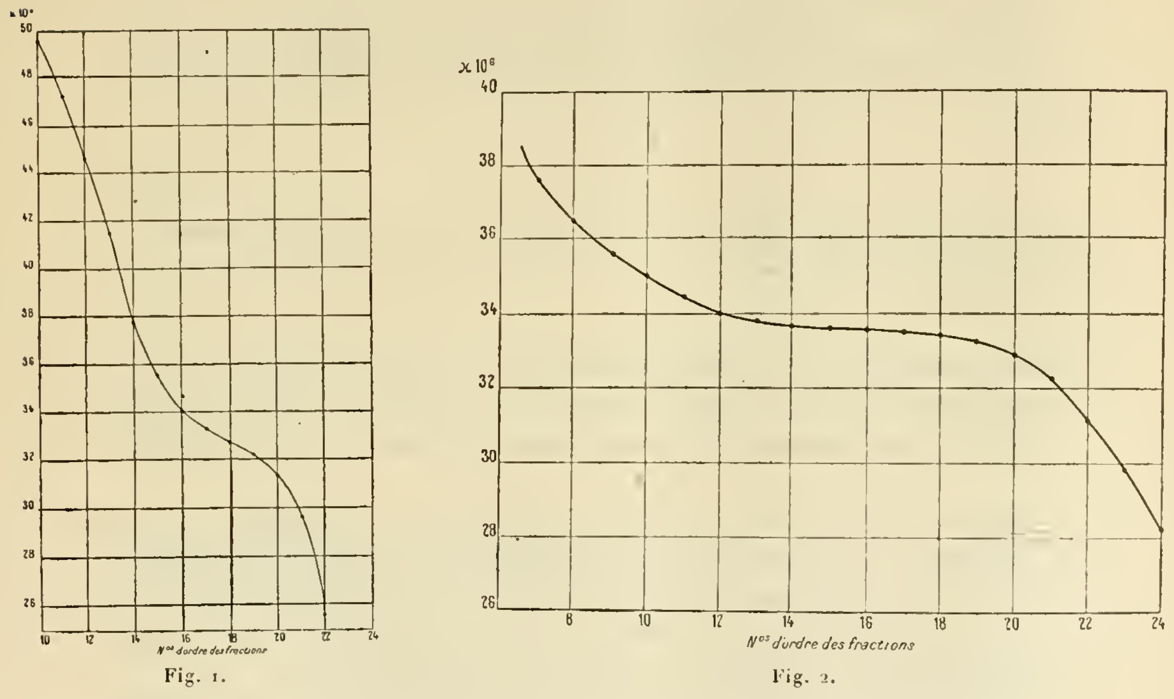


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. — Paramagnétisme des terres à néoytterbium après 2000 cristallisations.

Fig. 2. — Paramagnétisme des terres à néoytterbium après 4000 cristallisations.

Rejetant les produits correspondant aux branches obliques de la courbe, nous avons comparé les spectres d'arc des fractions extrêmes de ce palier. Ils sont presque rigoureusement identiques. Très riches en raies, ces spectres montrent, relativement faibles, les raies les plus caractéris-

tiques du lutécium. Les raies les plus persistantes du thulium y sont à peine visibles.

Ces spectres ne contiennent pas le nombre de raies, parfois fort intenses, que MM. Exner et Haschek [1] ont trouvées dans le spectre de la substance que M. Auer von Welsbach, appelle *aldébaranium* et auquel il renvoie comme critérium de pureté quand il parle d'aldébaranium pur [2].

Ces raies, parmi lesquelles nous citerons les suivantes comprises entre $\lambda = 2750$ et $\lambda = 2950$, région aisément observable sur nos clichés :

λ.	Intensité.	λ.	Intensité.	λ.	Intensité.	λ.	Intensité.	λ.	Intensité.
2785,16	(2)	2797,38	(2)	2844,78	(2)	2869,33	(3)	2918,39	(2)
2794,69	(2)	2819,59	(2)			2891,10	(3)	2936,11	(3)

appartiennent au thulium où, ce qui paraît moins probable, à un élément encore inconnu compris entre le néoytterbium et le thulium.

Le poids atomique correspondant aux termes de notre palier est constant dans la limite étroite des erreurs expérimentales. Sa valeur moyenne est

$$Ny = 173,54.$$

La terre de M. Auer von Welsbach a un poids atomique plus faible, $Ad = 173,00$, et la différence doit être attribuée à la présence massive du thulium dans sa substance.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydrogénation sous la pression atmosphérique, en présence de nickel, de composés à liaisons éthyléniques aliphatiques.* Note de MM. **André Brochet** et **André Cabaret**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note récente, l'un de nous, en collaboration avec M. M. Bauer [3], a montré que l'hydrogénation des composés à liaisons éthyléniques aliphatiques se faisait très bien, en présence de nickel, sous une pression de quelques kilogrammes par centimètre carré. Cette réaction peut également être effectuée sous la pression atmosphérique.

Lorsqu'on fait barboter un courant d'hydrogène dans une solution

---

[1] Exner et Haschek, *Die Spektren der Elemente bei normalen Druck*, Vienne, 1911.

[2] Auer von Welsbach, *Monats. f. Chem.*, décembre 1913, p. 1720, ligne 9; p. 1723, ligne 27.

[3] André Brochet et Maurice Bauer, *Comptes rendus*, t. 159, p. 190.

alcoolique d'acide cinnamique (P.F. : 137°) chauffée au réfrigérant à reflux et tenant en suspension du nickel actif (20^g acide, 50$^{cm^3}$ alcool, 10^g nickel), on observe que le point de fusion du produit récupéré baisse peu à peu du fait de la transformation de l'acide cinnamique en acide phénylpropionique (P.F. : 47°). Par le passage de 32^l d'hydrogène en 2 heures, nous avons obtenu un produit devenant liquide entre 100° et 110°. Nous avons de plus constaté que la solution se colore fortement en vert par suite de la formation de sels de nickel.

En employant au lieu d'acide cinnamique son sel de sodium, le liquide reste incolore, mais la réaction est toujours lente. En effet, après avoir fait passer en 3 heures environ 80^l d'hydrogène dans une solution de 25^g de cinnamate de sodium dans 250$^{cm^3}$ d'eau, tenant en suspension 20^g de nickel actif et chauffée au bain-marie, le mélange d'acide extrait après acidification de la solution devenait liquide aux environs de 60°.

On évite la dépense excessive d'hydrogène et la réaction se poursuit facilement en opérant en vase clos suivant le mode opératoire décrit par l'un de nous (1) et que nous avons appliqué à l'hydrogénation de quelques composés.

Carbures éthyléniques. — Le 1-octène $CH^2 = CH.(CH^2)^5.CH^3$ s'hydrogène difficilement sous la pression atmosphérique vers 65° et un premier nickel nous a donné une fixation d'hydrogène insignifiante (35^g de carbure, 100$^{cm^3}$ d'alcool éthylique, 5^g de nickel). En ajoutant en deux fois 20^g d'autres catalyseurs, la réaction a pu être poursuivie, mais toujours très lentement.

Acide cinnamique et ses dérivés. — L'acide cinnamique s'hydrogène facilement (2), mais il est préférable, en raison de la formation de sels de nickel, d'avoir recours au cinnamate de sodium.

20^g de nickel *actif* ont été délayés avec 100^g de cinnamate de sodium dans 200$^{cm^3}$ d'eau. Le tout a été agité dans une atmosphère d'hydrogène à la température ordinaire (19°). L'absorption se poursuit lentement en raison de la solubilité difficile du cinnamate. En 1 heure 30 minutes elle est de 2200$^{cm^3}$. On ajoute alors de l'eau chaude pour porter le volume à 500$^{cm^3}$. La température est alors de 36°. L'opération est remise

---

(1) A. Brochet, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. XV, p. 554.

(2) Il y a lieu de remarquer que l'hydrogénation de l'acide cinnamique se fait difficilement en présence de palladium (Fokine, *Bull. Soc. chim. phys. r.*, t. XXXVIII, p. 419, et *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. IV, p. 988).

en marche. L'absorption de l'hydrogène devient très rapide, elle est complète en 45 minutes (13^l,850); la température est légèrement descendue (32°). L'excès de soude caustique paraissant être sans mauvaise influence sur le nickel actif, il est plus simple de partir d'acide cinnamique qu'on dissout à l'aide de soude caustique (1^g d'acide, 1^{cm^3} de lessive de soude caustique à 36° B. ou un peu moins si l'on a à traiter une quantité importante de produit).

Le cinnamate d'éthyle $C^6H^5.CH = CH.CO^2C^2H^5$ s'hydrogène plus difficilement; 100^g de produit et 100^g d'alcool éthylique ont été traités vers 70°; il a fallu 7 heures pour arriver à l'hydrogénation totale en utilisant 20^g de nickel *actif* ajouté par portions successives de 5^g. Un second essai, fait avec 50^g de produit, 150^{cm^3} d'alcool et 20^g d'un autre nickel, a demandé le même temps pour faire absorber la quantité d'hydrogène nécessaire à la formation du phénylpropionate d'éthyle. Après avoir éliminé le nickel et l'alcool, le produit rectifié dans le vide bout à 127° sous 15^{mm}.

Le pipéronylacrylate de sodium $CH^2\langle{}^{O(1)}_{O(2)}\rangle C^6H^3.CH = CH.CO^2Na$, comme l'un de nous l'a déjà signalé (A. Brochet, *loc. cit.*), s'hydrogène facilement en donnant le pipéronylpropionate, mais l'action est moins rapide qu'avec le cinnamate.

Alcool allylique. — Ce produit s'hydrogène en solution alcoolique, aqueuse ou hydroalcoolique, mais ici l'opération semble difficile à compléter, surtout dans les mélanges riches. Un essai fait directement sur un produit industriel à 80 pour 100 ne s'est hydrogéné que lentement en demandant une forte dose de catalyseur.

Composés cycliques à chaîne allylique ou propénylique. — Les composés cycliques à chaîne latérale non saturée s'hydrogènent très facilement; nous ne citerons que deux exemples. 100^g d'anéthol

$$(1)\,CH^3O.C^6H^4.CH = CH.CH^3\,(4)$$

ont été traités directement sans solvant avec 12^g de nickel *actif* vers 65°-70°. L'hydrogénation est complète en 5 heures.

L'isosafrol (50^g) a été additionné de 150^{cm^3} d'alcool et de 5^g de nickel *actif* et hydrogéné vers 65°. L'action se poursuit régulièrement et très rapidement. Elle est totale en 1 heure.

Cétones non saturées. — Dans la méthode d'hydrogénation sous pression modérée ([1]), les cétones peuvent être transformées en alcools secondaires.

([1]) A. Brochet, *Comptes rendus*, t. 158, p. 1351.

Dans l'action sans pression, elles semblent inaltérées; on aura donc ainsi un procédé permettant l'hydrogénation des cétones non saturées. Nous prendrons comme exemple la pipéronylidène-cétone :

$$CH^2\left\langle\begin{matrix}O\,(1)\\O\,(2)\end{matrix}\right\rangle C^6H^3.CH=CH.CO.CH^3\,(4).$$

Le produit (30^g) est dissous dans l'alcool éthylique (200^{cm^3}) et additionné de 20^g de nickel *actif*. L'hydrogénation vers 65°-70° est excessivement régulière et rapide, elle est totale en 30 minutes. Le produit récupéré est un liquide légèrement visqueux qui distille à 176°,5 sous 15^{mm}.

La présente méthode vient d'ailleurs d'être employée dans le même but par Cornubert [1] et elle lui a fourni de bons résultats.

Ces quelques exemples montrent donc que la réaction semble assez capricieuse, car si elle se produit avec la plus grande facilité pour certains corps, elle est beaucoup plus lente sans raison apparente pour d'autres, même en opérant avec des catalyseurs de même provenance. C'est ainsi que les essais sur l'alcool allylique à 80 pour 100, l'anéthol, le 1-octène, le cinnamate d'éthyle et la pipérylidène-cétone ont été effectués au moyen du nickel *actif* provenant d'une même préparation (n° 410). Ce fait peut tenir à la présence d'impuretés ayant une action paralysante sur le nickel. Il nous a été impossible de fixer la moindre quantité d'hydrogène sur de l'essence de moutarde.

En résumé, on voit que la méthode d'hydrogénation des liquides, en présence de nickel, s'applique très bien sous la pression atmosphérique, à la saturation des liaisons éthyléniques aliphatiques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés nitrés et aminés du nitrile salicylique (orthocyanophénol).* Note de MM. **Cousin** et **Volmar**, transmise par M. E. Jungfleisch.

En faisant réagir l'acide azotique sur l'orthocyanophénol, on obtient un mélange de nitriles salicyliques nitrés, dont un certain nombre ont déjà été décrits. Meyer et Bone ont préparé ainsi le nitro-5-orthocyanophénol, ainsi que le dérivé dinitré 3.5.

Auwers et Walker ont obtenu par une autre méthode le nitrile nitro-6-salicylique.

---

[1] R. Cornubert, *Comptes rendus*, t. 159, p. 75.

En nous plaçant dans des conditions un peu différentes de celles indiquées par ces auteurs, nous avons pu isoler, à côté du nitro-5-orthocyanophénol de Meyer et Bone; un isomère mononitré en 3, $C^6H^3\begin{cases} OH & 1 \\ CN & 2, \\ NO^2 & 3 \end{cases}$ en l'absence de toute trace de dérivé dinitré.

Par action de réducteurs convenables, nous avons pu transformer ces deux dérivés en bases aminées correspondantes.

Nitration de l'orthocyanophénol. — Une solution, soigneusement refroidie, de 30g de nitrile salicylique dans 90g d'acide acétique cristallisable, est additionnée peu à peu d'un mélange de 30g d'acide azotique et de 30g d'acide acétique. La réaction est très vive. Les deux dérivés mononitrés formés sont séparés par dilution fractionnée : l'addition d'une petite quantité d'eau provoque la précipitation d'une poudre cristalline jaune; les eaux mères, diluées plus fortement, laissent déposer de longues aiguilles blanches, qui sont constituées par le nitro-5-orthocyanophénol de Meyer $C^6H^3\begin{cases} OH & 1 \\ CN & 2 \\ NO^2 & 5 \end{cases}$ avec lequel nous avons pu les identifier.

Le précipité jaune obtenu précédemment a été purifié par plusieurs cristallisations dans l'alcool et nous en avons finalement retiré un nitrile salicylique nitré, se présentant sous la forme de petits prismes jaune d'or, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool bouillant, le benzène et le chloroforme, très peu solubles dans l'éther et l'alcool froid. Il cristallise anhydre et fond à 132°-133°.

L'analyse de ce dérivé et l'examen de son sel de potassium nous ont montré qu'il ne renferme qu'un seul groupe NO^2 et qu'on doit lui attribuer la formule

$$C^6H^3-OH(NO^2)CN.$$

Son sel de potassium se présente sous la forme de belles aiguilles prismatiques, orangées, solubles dans l'eau, surtout à chaud. Il cristallise anhydre et répond à la formule $C^6H^3(OK).NO^2.CN$.

Constitution du dérivé mononitré. — Pour déterminer la position du groupement NO^2 dans la molécule, nous avons saponifié la fonction nitrile. Le dérivé nitré a été traité par une solution de potasse caustique bouillante, jusqu'à cessation de tout dégagement ammoniacal. Après refroidissement, la solution filtrée et additionnée d'acide chlorhydrique dilué, jusqu'à acidité franche, laisse déposer un acide salicylique nitré, cristallisant en belles aiguilles blanches, fondant à 125° et reprenant 1mol d'eau. Maintenu longtemps dans le vide, il devient anhydre et se présente alors sous la forme d'une poudre cristalline jaune, fondant à 145°.

Ce corps a pu être identifié avec l'acide nitro-3-salicylique obtenu par nitration directe de l'acide salicylique, ce qui nous a conduit à donner à notre nitrile nitrosalicylique la formule $C^6H^3\begin{cases} OH & 1 \\ CN & 2. \\ NO^2 & 3 \end{cases}$

Aminocyanophénols $C^6H^3\begin{cases}OH\\CN\\NH^2\end{cases}$. — Nous avons réduit par l'étain et l'acide chlorhydrique les nitriles salicyliques nitrés 3 et 5. La solution, débarrassée de toute trace d'étain par un courant d'hydrogène sulfuré, a été évaporée et le résidu repris par l'alcool absolu. Après filtration et addition d'éther, il s'est déposé un chlorhydrate d'amine cristallisé.

Pour obtenir la base libre, nous avons traité une solution aqueuse du chlorhydrate par du bicarbonate de sodium en poudre et épuisé à l'éther. La liqueur éthérée, séchée. concentrée et additionnée de ligroïne, a laissé déposer l'amine que nous avons ensuite purifié par cristallisation dans l'eau bouillante, en présence de noir animal.

L'amino-3-orthocyanophénol $C^6H^3\begin{cases}OH & 1\\CN & 2\\NH^2 & 3\end{cases}$ se présente sous la forme de prismes aplatis, souvent agglomérés en masses sphériques, fondant à 145° en se décomposant. Il s'altère rapidement à la lumière et se colore en gris, puis en brun. Il se dissout dans l'eau bouillante, l'alcool, l'éther, et très difficilement dans les autres dissolvants.

Le chlorhydrate $C^6H^3\begin{cases}OH & 1\\CN & 2\\NH^2-HCl & 3\end{cases}$ cristallise en fines aiguilles blanches, altérables à la lumière, très solubles dans l'eau et l'alcool. Chauffé, il se décompose sans fondre à 130°.

Traité à 0° par un mélange de nitrite de soude et d'acide chlorhydrique, il donne un diazoïque susceptible de se copuler avec les phénols et les amines pour donner des matières colorantes rouges ou violettes.

L'amino-5-orthocyanophénol $C^6H^3\begin{cases}OH & 1\\CN & 2\\NH^2 & 5\end{cases}$ se présente sous la forme de fines aiguilles blanches, se colorant rapidement à la lumière, fondant à 158°-160° en se décomposant, solubles dans l'eau chaude, l'alcool et l'éther.

Le chlorhydrate $C^6H^3\begin{cases}OH & 1\\CN & 2\\NH^2-HCl & 5\end{cases}$ cristallise en lamelles prismatiques blanches, se décomposant sans fondre à 180°, s'altérant rapidement à la lumière, insoluble dans l'éther, très soluble dans l'eau et l'alcool.

Traité à 0° par l'acide nitreux, il donne un diazoïque susceptible de se copuler avec les amines et les phénols pour donner des matières colorantes variant de l'orangé au rouge.

En résumé, dans ce travail, nous avons décrit le nitro-3-orthocyanophénol et les amino-3 et 5-orthocyanophénols, ainsi que quelques-uns de leurs dérivés.

HYDROLOGIE. — *Le manganèse dans quelques sources du Massif central.* Note de MM. F. **Jadin** et A. **Astruc**, présentée par M. L. Guignard.

Les résultats que nous avons publiés dans deux Notes précédentes [1], semblent indiquer déjà que les eaux bicarbonatées, surtout lorsqu'elles étaient riches en fer, contenaient une proportion très appréciable de manganèse.

Nous avons pensé qu'il convenait de poursuivre nos recherches dans une région dont la caractéristique est précisément de posséder de nombreuses sources bicarbonatées : celle du Plateau central.

Les directeurs des stations auxquels nous nous sommes adressés ont mis à notre disposition des bouteilles d'eau d'origine certaine ; nous les avons traitées comme précédemment. Ce sont les résultats obtenus sur 72 sources appartenant à 18 stations différentes que nous résumons aujourd'hui, car nous ne pouvons donner ici en détail la liste complète des chiffres obtenus.

Voici donc, à titre d'indication, les stations étudiées, le nombre de sources analysées dans chacune d'elles, et le nom de la source qui nous a fourni par litre le chiffre le plus élevé de manganèse :

Nom des stations.	Nombre de sources.	Nom des sources.	Teneur en manganèse.
			mg
1. Bourbon-Lancy	3	Descures	0,500
2. Saint-Galmier	3	Badoit	1,200
3. Charbonnières	1	»	0,900
4. Sais-sous-Couzon	1	Galtier	0,070
5. Bourbon-l'Archambault	3	Jonas	0,860
6. Néris	1	César	0,300
7. Évaux	25	L'Escalier	0,600
8. Pougues	2	Saint-Léger	0,090
9. Vichy	6	Lucas	0,200
10. Chateldon	1	Desbrest	0,940
11. Châtel-Guyon	1	Gubler	0,200
12. Royat	5	César	0,260
13. Mont-Dore	3	César	0,320
14. La Bourboule	4	Terrestre nos 1 et 2	0,620
15. Saint-Nectaire	4	Rouge	0,200
16. Coudes	1	Champ Robert	0,300
17. Vals	5	Saint-Jean	1,000
18. Lamalou	3	Capus	0,400

[1] *Comptes rendus*, t. 157, p. 338; t. 158, p. 903.

Nos résultats, quoique devant être étendus à d'autres régions, nous suggèrent les réflexions suivantes :

1° Les eaux du Massif central sont dans l'ensemble plus riches en manganèse que celles du Massif vosgien. La constitution bicarbonatée entraîne bien, comme nous l'avons supposé, une teneur élevée en manganèse, puisque dans la majorité des sources les chiffres obtenus dépassent presque toujours le cinquième du milligramme et même parfois le milligramme.

2° Ici encore, comme dans les eaux des Vosges, nous avons constaté des variations très nettes dans la richesse en manganèse des sources d'une même station, et, comme il était naturel de le penser, cette richesse est en rapport avec la quantité de fer.

3° Enfin, les hydrologues actuels, qui considèrent avec Landouzy les eaux minérales comme des *eaux vivantes*, pourront sans doute un jour tirer parti des chiffres en manganèse que nous publions. En effet, parmi les théories assez nombreuses qu'on émet pour expliquer leur activité, le pouvoir catalytique des eaux minérales que les travaux de Glénard ont mis ces derniers temps en lumière ne présente-t-il pas quelque relation avec le sujet qui nous occupe? La présence d'un corps qui favorise les phénomènes oxydatiques, d'une manière aussi intense que le fait le manganèse, ne peut pas être indifférent; il doit jouer un rôle actif dans les eaux minérales.

MÉTÉOROLOGIE. — *Construction d'un monogramme représentatif de la direction moyenne du vent.* Note de M. **Julien Loisel**, transmise par M. J. Violle.

Dans une précédente Communication, j'ai eu l'honneur d'exposer le mode de construction d'un monogramme représentatif de la réduction d'un baromètre au niveau de la mer, au moyen de la méthode des points alignés due à M. d'Ocagne.

J'indiquerai aujourd'hui comment, en partant des mêmes principes, on peut établir le monogramme de la direction moyenne du vent.

On rapporte ordinairement cette direction à 16 rhumbs. Cependant, en raison des continuelles variations de cet élément, il peut sembler suffisant, dans la pratique, de la répartir seulement suivant les huit directions principales de la boussole.

Si l'on appelle n, nne, ne, ... les fréquences du vent suivant les 16 directions

correspondantes, on les rapportera aisément aux huit directions envisagées par les formules :

$$N = n + \frac{nne + nnw}{2}; \qquad NE = ne + \frac{nne + ene}{2};$$

$$E = e + \frac{ene + ese}{2}; \qquad SE = se + \frac{ese + sse}{2}; \qquad S = s + \frac{sse + ssw}{2};$$

$$SW = sw + \frac{ssw + wsw}{2}; \qquad W = w + \frac{wsw + wnw}{2}; \qquad NW = nw + \frac{wnw + nw}{2}.$$

En projetant ces directions sur les quatre directions cardinales, on obtient quatre composantes principales, $\mathcal{N}$, $\mathcal{E}$, $\mathcal{S}$, $\mathcal{W}$ de la fréquence du vent telles que

$$\mathcal{N} = N + (NE + NW)\cos 45^\circ; \qquad \mathcal{S} = S + (SE + SW)\cos 45^\circ;$$
$$\mathcal{E} = E + (NE + SE)\cos 45^\circ; \qquad \mathcal{W} = W + (NW + SW)\cos 45^\circ.$$

L'angle φ que fait leur résultante avec la méridienne compté de o° à 360° à partir du Nord en passant par l'Ouest, est donné par la formule

$$(1) \qquad \operatorname{tang}\varphi = \frac{\mathcal{W} - \mathcal{E}}{\mathcal{N} - \mathcal{S}}.$$

La détermination de l'angle φ, en partant de cette relation, exige des calculs assez longs. M. L. Besson a imaginé un petit appareil qui permet de l'effectuer mécaniquement [1]. L'emploi d'un monogramme à points alignés conduit immédiatement, de façon très simple, au résultat, et, de plus, présente l'avantage appréciable de pouvoir être construit aisément.

A cet effet, posons

$$NW + SW - NE - SE = x_1, \qquad W - E = y_1,$$
$$NE + NW - SE - SW = x_2, \qquad N - S = y_2,$$

et

$$(2) \qquad A_1 = y_1 + x_1 \cos 45^\circ, \qquad A_2 = y_2 + x_2 \cos 45^\circ.$$

La formule (1) devient

$$(3) \qquad \operatorname{tang}\varphi = \frac{A_1}{A_2}.$$

Écrivons alors

$$A_1 = \mu u, \qquad A_2 = -\mu v,$$

μ étant un module arbitraire, puis introduisons ces valeurs dans la relation (3). Celle-ci prend la forme

$$(4) \qquad u + v \operatorname{tang}\varphi = 0$$

qui représente en coordonnées parallèles un point dont les coordonnées cartésiennes

---

[1] *Comptes rendus*, 6 décembre 1897.

sont définies par les formules

$$x = \frac{\tan g \varphi - 1}{\tan g \varphi + 1}; \qquad y = 0,$$

et l'échelle correspondante est projective de celle de la fonction $\tan g \varphi$.

On évitera le calcul auxiliaire des fonctions A_1 et A_2 en faisant supporter les échelles correspondantes par deux échelles binaires rapportées à des systèmes d'axes rectangulaires $x_1 O_1 y_1$, $x_2 O_2 y_2$ dont les axes $O_1 y_1$ et $O_2 y_2$ coïncideront respectivement avec les axes des u et des v, mais avec une graduation disposée en sens inverse. Ces échelles sont définies par les relations (2).

Le monogramme qui traduit l'équation (1) comprend donc deux échelles binaires parallèles et une échelle rectiligne oblique.

Le mode d'emploi est le suivant : On détermine les points des fonctions A_1 et A_2, puis on réalise l'alignement $A_1 A_2$ dont l'intersection avec l'échelle oblique (4) fournit la valeur de φ.

MÉTÉOROLOGIE. — *Contribution à l'étude du mistral.* Note de M. GAZAUD, transmise par M. J. Violle.

La discussion des situations météorologiques durant les années 1911-1912-1913 (examen du *Bulletin international*) m'a permis de dégager d'intéressants résultats relatifs aux bourrasques de vent de NO appelé mistral en Provence :

1° Les coups de mistral sont uniquement déterminés par l'existence d'une aire de hautes pressions à l'ouest de la Provence ;

2° La violence du vent a pour cause principale un excès de température à l'est du Plateau Central en concordance avec l'aire des hautes pressions occidentales ;

3° La fréquence du mistral est déterminée par la prédominance des trajectoires des dépressions au nord de la Provence et l'existence d'une aire permanente de hautes pressions vers les Açores ;

4° Le caractère de sécheresse du courant est dû à la situation géographique de la basse vallée du Rhône à l'est des crêtes montagneuses et à la direction prédominante Nord du mistral ;

5° L'abaissement de la température qui accompagne d'ordinaire le mistral a sa cause dans les valeurs suivantes : direction Nord, caractère de vent continental et anticyclonique ;

6° *a*. Le mistral est normalement froid en hiver, anormalement chaud en été, si l'aire des hautes pressions occidentales qui le détermine s'étend au nord-ouest de l'Europe;

b. Le mistral est anormalement tempéré en hiver et très frais en été, si l'aire des hautes pressions qui le détermine stationne sur le sud-ouest de l'Europe.

On peut, en s'inspirant de ces résultats, déterminer à peu près sûrement pour la Provence l'arrivée d'un coup de mistral et pronostiquer les caractères thermiques et hygrométriques de la période de vent considérée.

Un fait particulièrement intéressant s'est dégagé de la discussion de 141 cas de mistral que j'ai étudiés. J'ai pu établir que, contrairement à ce qu'on paraît croire jusqu'ici, une dépression située sur le golfe de Gênes n'est pas nécessaire pour la production d'un coup de mistral; une aire cyclonique peut exister en dehors de la région Sud des Alpes, en Islande, en Norvège, en Russie, le mistral se déclenche pour n'importe quelle situation géographique relative à l'aire de basses pressions, mais à la condition expresse qu'un régime de hautes pressions existe sur le sud-ouest de l'Europe.

La discussion que j'ai faite a montré que dans tous les cas examinés (141) il existait une aire de hautes pressions dans le sud-ouest de l'Europe. Dans 108 cas seulement, une dépression existait simultanément sur le golfe de Gênes. Dans 33 situations, les aires cycloniques coexistantes étaient situées en n'importe quel point de l'Europe. Il semble donc bien établi que la condition nécessaire à la production du mistral est la présence d'une aire de hautes pressions occidentales.

CRYPTOGAMIE. — *Sur l'extension du* Marsonia rosæ (*Bon*) *Br. et Cav. dans les cultures de Rosiers.* Note de M. **Chifflot**, présentée par M. Guignard.

Au cours d'inspections phytopathologiques dans la région lyonnaise, je n'ai pas été surpris par la présence d'un parasite commun et bien connu des rosiéristes, le *Marsonia rosæ* (Bon) Br. et Cav., si pleinement étudié par M. Ducomet [1].

Tous les cryptogamistes qui se sont occupés de ce parasite, Briosi et Cavara, Saccardo, Delacroix, Laubert, Ducomet, etc., en font un parasite exclusif du feuillage des

[1] *Recherches sur le développement de quelques champignons parasites à thalle subcuticulaire* (*Thèse de doctorat*, Paris, 1907, p. 106-188, pl. IX et X).

Rosiers et principalement de celui des *Rosa gallica*, *Rosa centifolia*, *Rosa rubiginosa*, *Rosa hybrida* et *borbonica*, des *Rosiers thés* et *Hybrides de thé*, remontants ou non.

L'époque d'apparition de ce parasite *assez variable*, *disent ces mêmes auteurs*, s'étendrait de septembre aux gelées, parfois même il apparaîtrait *un peu plus tôt* et il évoluerait de préférence sur les feuilles âgées plutôt que sur les jeunes feuilles. Tous les rosiéristes connaissent bien l'aspect que prennent les feuilles des Rosiers sous l'influence de ce parasite, que *beaucoup d'entre eux considèrent*, *bien à tort*, *comme peu dangereux*. Ces feuilles parasitées sont caractérisées par la présence de taches, parfois assez larges, confluentes, de couleur d'abord brune, passant rapidement au noir brillant et formées par des filaments mycéliens arborescents, anastomosés entre eux. Bientôt après, de petites verrucosités brillantes apparaissent. Elles sont formées par des amas de spores bicellulaires qui distendent la cuticule (ce qui la rend très brillante en ces points) et qui enfin s'échappent par une déchirure de celle-ci.

Ces spores germent rapidement dans l'eau, et les essais d'infection que nous avons effectués sur les feuilles de Rosiers font apparaître rapidement les taches caractéristiques.

On sait enfin que les feuilles atteintes tombent rapidement.

Le but de la présente Note est de compléter nos connaissances sur ce parasite et surtout de mettre en garde les rosiéristes, professionnels ou amateurs, contre ces méfaits, qui ne sont pas aussi bénins que les auteurs précités semblent l'indiquer.

Tout d'abord, je dirai que *le feuillage peut être attaqué de très bonne heure, en juin même, et que celui-ci n'est pas le seul atteint*. On prétend que seul le limbe est parasité. Il n'en est rien. *Le pétiole, les stipules, la tige à la base des feuilles parasitées* sont parfois envahis par le *Marsonia rosæ*, toujours bien caractérisé par la croissance en éventail du mycélium et par ses coussinets remplis de spores bicellulaires. Il est impossible à un rosiériste de s'y tromper et de confondre ces taches soit avec des taches âgées d'*oidium*, soit avec celles que produit parfois la variété fasciculée du *Cladosporium herbarum*, très commune.

Bien plus, mais alors, à l'automne, vers fin septembre, *les fleurs elles-mêmes*, depuis la coupe formée par l'union de la base des sépales, des pétales et des étamines, les *sépales* et les *pétales* eux-mêmes, étaient attaqués par le *Marsonia Rosæ*.

En résumé, ce parasite, *autrefois spécifique du feuillage*, peut s'étendre, chez certaines variétés, à tous les organes aériens de la plante. La *faiblesse constitutive* de certaines variétés n'est, sans doute, pas étrangère à l'extension de ce cryptogame, et le *Marsonia Rosæ* ne doit pas, à l'heure actuelle, être considéré comme un parasite, que les rosiéristes doivent traiter simplement... par le mépris!

J'ajouterai que ce parasite, considéré comme subcuticulaire dans bien des cas, peut étendre son mycélium assez profondément, non seulement dans le parenchyme de la feuille, mais dans les tissus ou la tige. Le mycélium *semble devenir vivace* et cette *observation est grave*, car elle incite à penser que les bourgeons, nés à l'aisselle des

feuilles, et que les rosiéristes peuvent utiliser pour la greffe à œil dormant en juillet, pourraient être contaminés. Je vérifierai le fait cette année.

De toute façon, le *Marsonia Rosæ* doit être évité dans les cultures de Rosiers. Quoiqu'il soit très difficile à détruire, il n'est pas impossible de prévenir ses atteintes. Mais les traitements préventifs doivent être énergiques et rigoureux. Il sera nécessaire d'enlever les feuilles atteintes, de ramasser celles qui sont tombées et de les brûler.

Après la taille, pulvériser à l'aide de solutions cuivriques le sol et les branches. Ces solutions cuivriques seront les bouillies bourguignonnes ou bordelaises, le verdet en solution à raison de 800^g à 1000^g par hectolitre d'eau. A cette dernière solution on pourra, pour la rendre mouillante et adhérente, ajouter 50^g de gélatine préalablement dissoute dans 1^l d'eau chaude. Ce traitement préventif que j'ai vu appliquer dans certaines cultures lyonnaises donne d'excellents résultats. La chute des feuilles ainsi entravée favorise, de ce fait, et l'aoûtement du bois et la formation des fruits si utiles à ceux qui se livrent à la fécondation artificielle.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'influence des rayons X sur la végétation.* Note de MM. **Em. Miège** et **H. Coupé**, présentée par M. E. Roux.

L'action des rayons ultraviolets dans la synthèse des corps organiques et dans les phénomènes biologiques a donné lieu à des travaux nombreux et des plus intéressants, et l'on a déjà songé à utiliser pratiquement leurs propriétés pour la production et le forçage des plantes.

Par contre, les rayons X, qui se rapprochent pourtant beaucoup des radiations précédentes, n'ont encore été que très peu étudiés quant à leur influence sur la végétation. Nous avons entrepris, dans cet ordre d'idées, une série de recherches que, d'ailleurs, nous poursuivons et dont nous donnons ici les premiers résultats. Ces expériences ont porté sur le *Raphanus sativus* et le *Lepidium sativum*.

Dans des pots remplis de terre de jardin, on a introduit 10 graines, aussi semblables que possible, et on les a recouvertes d'une égale épaisseur de terreau (1^{cm}), de façon à ce qu'elles soient toutes enfouies à la même profondeur; puis les pots ont été immédiatement soumis à l'action des rayons X. Les irradiations ont été, ensuite, plus ou moins fréquentes et plus ou moins intenses, suivant les lots. On a, ainsi, formé neuf séries :

1. *Raphanus.* — Témoin : non irradié.
1 *bis. Lepidium.* — Témoin : non irradié.
2. *Raphanus* } Doses *quotidiennes* de 2,5 H, rayons mous n° 3, au radiochronomètre
4. *Lepidium* } Benoît, intensité de 4 milli pendant 5 minutes, à $0^m,30$.
3. *Raphanus* } Doses hebdomadaires de 3 H, même intensité, même durée, même dis-
5. *Lepidium* } tance.
6. Terre irradiée seule, avant le semis. Une dose initiale de 3 H.
7. *Raphanus* } Une dose initiale de 5 H.
8. *Lepidium* }

Les doses, exprimées en H, ont été mesurées à l'aide du radiomètre de Sabouraud, dans lequel la pastille verte, placée à une distance convenable et fixe, prend une teinte jaune lorsqu'elle a reçu 5 H.

La germination a commencé au bout de 5 jours et le développement s'est poursuivi normalement dans tous les lots, sauf pour le *Lepidium*, dont les graines étaient âgées de 2 ans.

Les séries ont manifesté quelques différences à partir du 22e jour après le semis. A cette époque, les lots 2 et 4 accusaient une vigueur plus grande que les autres, les lots 7 et 8 venaient ensuite.

L'expérience a été arrêtée au bout de 38 jours (en raison d'une absence obligatoire qui imposait l'interruption momentanée du traitement). Les plantes, traitées ou non, présentaient alors un aspect bien différent.

La récolte, pesée, a fourni les poids suivants :

Numéros.	Traitement.	Feuilles.	Tubercules.	Racines.	Total.
		g	g	g	g
1.....	Témoin	5,500	0,665	0,680	6,845
1 *bis*..	Témoin	»	»	»	0,270
2.....	Dose quotidienne	8,010	1,950	0,950	10,910
3.....	» hebdomadaire	5,800	1,800	0,875	8,475
4.....	» quotidienne	»	»	»	0,860
5.....	» hebdomadaire	»	»	»	0,900
7.....	» initiale	5,630	0,820	0,770	7,220
8.....	» initiale	»	»	»	0,350

Les rayons X ont donc manifesté une action nettement stimulante sur le développement du *Raphanus sativus* et du *Lepidium*, même à des doses très fortes, que nous supposions, *a priori*, devoir être mortelles ou, tout au moins, nuisibles.

Il est à remarquer, en effet, que la peau humaine, à la dose de

5 H est frappé d'alopécie,
11 H » de vésication,
22 H » de nécrose des tissus.

Or les plantes ont reçu (lots 2 et 4) la dose de 75 H par mois (!); la cellule

végétale paraît donc réagir d'une manière différente de la cellule animale. Ce sont, ici, les doses les plus fortes et les plus fréquentes qui se sont montré les plus favorables et qui semblent constituer les intensités optima.

Nous avons procédé à l'examen anatomique des témoins et des plantes irradiées. Or, la structure des pétioles et des feuilles varie peu dans les différents échantillons; on constate, cependant, chez les spécimens exposés aux rayons, une cuticule plus épaisse, la présence d'un collenchyme sous-épidermique qui n'existe que rarement chez les autres, etc., et, en général, des tissus vasculaires et de soutien plus développés et mieux différenciés.

Conclusions. — D'après ces premières recherches, on voit : 1° que les rayons X possèdent, sur la végétation du *Raphanus sativus* et du *Lepidium sativum*, une action nettement favorisante, qui se traduit par une augmentation de poids qui atteint 45 pour 100 pour les feuilles, 59 pour 100 pour le total et 193 pour 100 pour les tubercules; 2° que cette influence est d'autant plus avantageuse que les irradiations sont plus fréquentes et plus puissantes, et même lorsqu'elles atteignent une intensité qui les rendrait franchement dangereuses pour les tissus animaux ; 3° que les rayons X ont une faible répercussion sur la morphologie et la structure anatomique des plantes considérées.

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Étude de l'action métabiotique des rayons ultraviolets. Modification des caractères morphologiques et biochimiques de la bactéridie charbonneuse. Hérédité des caractères acquis.* Note de Mme **Victor Henri**, présentée par M. A. Dastre.

Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, t. 158, 6 avril 1914, p. 1032) j'ai montré que si l'on expose aux rayons ultraviolets une émulsion riche de bacilles charbonneux, on peut quelquefois isoler à côté du charbon normal toute une série de formes nouvelles qui s'en distinguent plus ou moins profondément.

On doit étudier : 1° dans quelle mesure les différents caractères morphologiques et biochimiques du charbon normal peuvent être modifiés; 2° si ces modifications une fois produites restent fixes, c'est-à-dire se transmettent de génération en génération ; 3° si par des actions diverses on ne peut pas faire reprendre aux microbes ainsi modifiés les caractères du charbon primitif.



Fig. 1. Fig. 2.

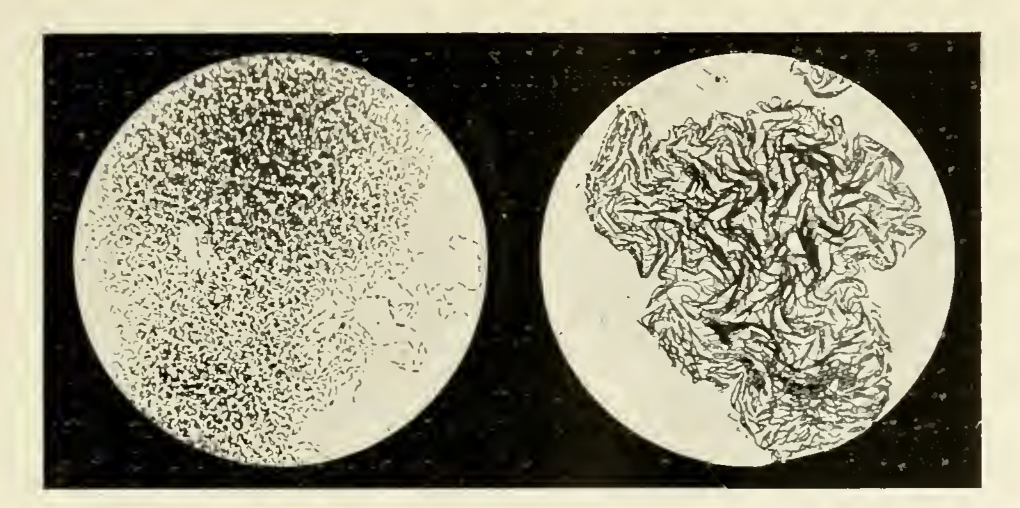


Fig. 3. Fig. 4.

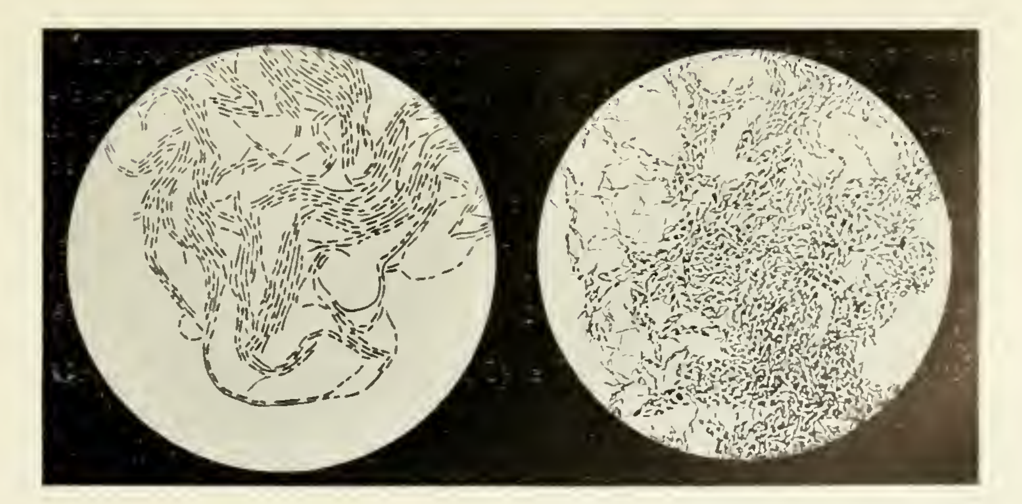


Fig. 5. Fig. 6.



Afin d'étudier avec plus de précision les caractères morphologiques il est important de pouvoir examiner au microscope les microbes dans l'état même dans lequel ils se développent, de façon à conserver aux colonies leur structure intacte; ceci n'est possible que si l'on fait des cultures sur lame. Toutes les photographies ci-jointes sont faites sur des cultures sur lame de 19 à 24 heures.

Résultats. — 1° *Modifications des caractères morphologiques et biochimiques du charbon normal.* — On sait que le charbon normal se développe en filaments très longs formés de bâtonnets accolés les uns aux autres. La figure 1 donne une photographie au grossissement de 180 diamètres d'une partie d'une colonie de charbon normal.

Le caractère qui semble être le moins stable est *l'accolement bout à bout des bâtonnets.* Sous l'influence des rayons ultraviolets j'ai obtenu toute une série de formes diverses, dans lesquelles on observe soit des filaments fragmentés, tels que ceux de la figure 2, soit des éléments complètement isolés les uns des autres, ainsi qu'on le voit sur la figure 3 (grossissement = 180).

Remarquons que toute une série d'agents différents produisent une fragmentation des filaments. Il suffit par exemple de cultiver le charbon sur un milieu fortement alcalinisé ou additionné de saccharose ou d'autres hydrates de carbone pour obtenir soit des bâtonnets isolés, soit de courtes chaînettes.

Un deuxième caractère qui peut être modifié est *la forme des bâtonnets.* Au lieu d'être allongés on peut obtenir après irradiation un charbon composé soit de cocci, soit de mélanges de cocci et de bâtonnets plus ou moins allongés présentant tous les termes de passage entre les cocci et les bâtonnets normaux. La figure 3 montre toute cette série de formes de passage.

Des modifications analogues peuvent être produites en cultivant le charbon normal sur des milieux sucrés; on observe dans ces cas également des coccobacilles, des diplocoques et même des cocci isolés.

Un troisième caractère morphologique, *la grandeur des bâtonnets,* peut également être modifié par les rayons ultraviolets; j'ai obtenu trois formes nouvelles (α, β, γ) composées d'éléments très grêles, environ deux à trois fois plus petites que les normaux. La figure 4 est la photographie d'une colonie de charbon γ au grossissement de 300 diamètres et la figure 5 est une photographie d'une portion de colonie grossie environ 1000 fois.

Un caractère biochimique important est *la réaction de Gram*, qui est due, ainsi que l'a montré Tamura (*Zeits. f. phys. Chem.*, t. LXXXIX, 1914, p. 301), à la formation de lipoïdes spéciaux; par l'irradiation, j'ai obtenu cinq formes différentes (α, β, γ, S_2 et S_3) qui ne prennent pas le Gram. Il est intéressant de signaler que lorsqu'on cultive le charbon normal sur des milieux sucrés, on voit souvent des filaments entiers ne prenant pas le Gram.

Un deuxième caractère biochimique est *la production de pigments*. Le charbon normal est blanc; par l'irradiation, j'ai obtenu deux formes nouvelles (β et γ), qui donnent des cultures jaunes intenses sur les milieux les plus différents.

La production de ferments protéolytiques et amylolytiques constitue des caractères très importants du charbon et la modification de ces ferments sera étudiée spécialement avec M. Victor Henri.

2° *Fixité des caractères acquis par l'exposition aux rayons ultraviolets.* — Le résultat général qui se dégage d'un très grand nombre d'expériences est l'extrême fixité des caractères morphologiques et biochimiques acquis par le charbon à la suite de l'irradiation. Ainsi, par exemple, les formes des figures 2 et 3 ont été obtenues le 12 mars par l'irradiation d'une émulsion de charbon pendant 40 secondes. Depuis cette époque, environ 130 jours, la forme 2 s'est maintenue sans aucun changement et la forme 3 donne toujours par repiquage un mélange de colonies ayant l'aspect 2 et 3.

De même trois formes composées de cocci (S_1 prenant le Gram, S_2 et S_3 ne prenant pas le Gram) se sont conservées sans changement depuis le 3 février.

Enfin les formes filamenteuses grêles ne prenant pas le Gram (α blanc, β et γ jaunes) (*fig.* 4 et 5), obtenues le 14 et le 16 janvier, gardent les mêmes caractères depuis environ 200 jours, les repiquages étant presque journaliers.

Il est important de noter que lorsque par culture du charbon sur un milieu sucré on obtient soit des filaments fragmentés, soit des cocci, ces formes ne restent pas fixes et reviennent au charbon normal par repiquage sur milieu ordinaire.

3° *Retour du charbon modifié au charbon presque normal.* — Les résultats les plus nets ont été obtenus pour le charbon γ. Par inoculation au cobaye, j'ai obtenu dans deux cas en cultivant du sang de la rate et du foie des colo-

nies ayant absolument tous les caractères macroscopiques du charbon normal; au microscope, les filaments sont très fragmentés, ainsi que le montre la figure 6; ce charbon sporule très activement.

On peut donc dans quelques cas, par passage par l'animal, revenir de la forme de charbon la plus modifiée, jaune, grêle, ne prenant pas le Gram, ne sporulant pas, ne liquéfiant pas la gélatine, très faiblement virulente, presque au charbon primitif.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action de quelques diastases sur les dextrines.* Note de Mme Z. **Gruzewska**, présentée par M. A. Dastre.

Dans des travaux antérieurs, il a été démontré que l'amylase pancréatique agit moins énergiquement sur le glycogène que sur l'amidon ([1]). Il m'a paru intéressant de rechercher comment se comportent les produits intermédiaires d'hydrolyse de l'amidon et du glycogène en présence de différentes diastases telles que l'amylase du suc pancréatique de chien, l'amylase végétale et celle du suc d'escargot. Les produits dont je me suis servie pour ces expériences étaient des dextrines de l'amidon et du glycogène. Ces deux dextrines ont été obtenues par la méthode que j'ai indiquée antérieurement ([2]). Si l'on fait agir l'eau oxygénée à la température de 37° sur l'amidon ou le glycogène, il se produit en dehors de l'oxydation une hydrolyse intense. Cette action hydrolysante est analogue à celle que H^2O^2 exerce sur les divers composés organiques albumineux et que M. Dastre a déjà signalée depuis longtemps.

Entre autres produits de l'hydrolyse, on obtient des dextrines. L'amidon donne une grande quantité d'érythrodextrine et le glycogène, une achroodextrine. Ces deux substances ont été déjà caractérisées précédemment ([3]). Je rappellerai seulement que l'érythrodextrine provient en grande partie de l'amylopectine que j'ai isolée, pour la première fois en 1908, et que si la solution de l'amidon est à 5 pour 100, le meilleur rendement tombe au

---

([1]) Mlle Philoche, *Recherches physico-chimiques sur l'amylase et la maltase* (*Thèse*, 1908, Paris). — Z. Gruzewska et Bierry, *Action du suc pancréatique sur le glycogène, l'amidon et ses composants* (*Comptes rendus*, 1909).

([2]) Z. Gruzewska, *Action de peroxyde d'hydrogène sur le glycogène et quelques autres polysaccharides* (*Soc. de Biol.*, t. LXIII, 1907, p. 224).

([3]) Z. Gruzewska, *Les produits d'hydrolyse de l'amidon sous l'action de l'eau oxygénée* (*Soc. de Biologie*, 1910).

sixième jour; pour une solution d'amidon et de glycogène à 1 pour 100, ce moment est entre le deuxième et le troisième jour.

D'autre part, une solution d'amylopectine à 1 pour 100 est totalement transformée en érythrodextrine en 24 heures. On reconnaît facilement cette transformation à la transparence parfaite du liquide, à la coloration rouge qu'il prend en présence de l'iode et au précipité qu'on obtient avec 10^{vol} d'alcool à 95°. En faisant agir 5 pour 100 de H^2O^2 sur une solution de glycogène, on obtient une achroodextrine, mais il n'y a jamais formation d'érythrodextrine.

I. *Amylase animale* (chien). — Ces deux substances, préparées par le même procédé, ont été soumises à l'action du suc pancréatique de chien de la façon suivante.

Les solutions étaient faites à 1 pour 100 dans des flacons jaugés de 25^{cm^3}. Les substances se dissolvent dans l'eau froide à la longue, instantanément si on les chauffe au bain-marie. Quand le liquide est à 35° C., on ajoute $0^{cm^3},5$ de suc pancréatique. Les analyses ont été faites sur de petites quantités de liquide qu'on prélève après 30 minutes, 1 heure et 24 heures.

Le sucre a été calculé en maltose, car avec les quantités faibles de suc, on n'obtient pas de glucose après 24 heures. La maltase pancréatique n'agit rapidement sur le maltose formé au cours de l'hydrolyse qu'en présence de faibles quantités d'acide [1].

Tableau I.

	Suc pancréatique.			
	Dextrine de l'amidon. Sucre exprimé en maltose et en pour 100.		*Dextrine du glycogène.* Sucre exprimé en maltose et en pour 100.	
Expériences.	Après 1 heure.	Après 24 heures.	Après 1 heure.	Après 24 heures
1............	0,750	0,948	0,650	0,700
2............	0,700	0,900	0,550	0,650
3............	0,700	0,848	0,650	0,700

Le rapport du maltose obtenu par l'action du suc pancréatique sur l'érythrodextrine à celui produit dans les mêmes conditions sur l'achroodextrine est presque identique au rapport trouvé antérieurement pour l'amidon et le glycogène. La marche de l'action de l'amylase animale sur chaque dextrine se rapproche donc (tout en étant plus faible) de celle qui est exercée sur la substance mère dont cette dextrine provient.

[1] Bierry et Terroine, *Soc. de Biologie*, 1905.

II. L'action de l'*amylase végétale* et de la Taka diastase sur les deux dextrines est tout à fait comparable à celle que ces deux diastases exercent sur l'amidon et le glycogène. L'hydrolyse du glycogène et de l'achroodextrine est presque terminée au bout d'une heure, tandis que celle de l'amidon et de l'érythrodextrine se poursuit lentement avec le temps.

III. Les expériences avec le *suc d'escargot* ont été faites dans les mêmes conditions que celles citées plus haut. Dans chaque flacon, on ajoutait 1^{cm^3} de suc. Un flacon témoin donnait la quantité de sucre qui pouvait encore se trouver dans la quantité de suc employé. Dans ces expériences, le sucre a été évalué en glucose à cause de la présence d'une maltase très énergique dans le suc d'escargot.

Tableau II.

Suc d'escargot.

	Amidon. Sucre en glucose et en pour 100.		*Glycogène.* Sucre en glucose et en pour 100.		*Érythrodextrine.* Sucre en glucose et en pour 100.		*Achroodextrine.* Sucre en glucose et en pour 100.	
	1 heure après.	24 heures après.	1 heure après.	24 heures après.	1 heure après.	24 heures après.	1 heure après.	24 heures après.
I....	0,484	0,634	0,406	0,686	0,282	0,484	0,210	0,458
II....	0,460	0,784	0,432	0,632	0,360	0,732	0,212	0,532

Le suc d'escargot, comme on le voit, tout en agissant moins énergiquement sur le glycogène et sa dextrine, pousse son action plus loin que l'amylase animale (chien) et végétale. Cependant ici aussi on constate d'une manière manifeste la parenté qui existe entre les deux dextrines et leurs substances mères. La cause de différences que présente l'amidon et le glycogène, ainsi que leurs produits d'hydrolyse sous l'action des différentes amylases dans les mêmes conditions, indique une différence dans la constitution intime de ces corps.

BACTÉRIOLOGIE. — *Recherches bactériologiques sur la scarlatine.* Note de M. T. Salimbeni, présentée par M. E. Roux.

Mes recherches ont porté sur le sang de 17 malades de scarlatine et sur le sang et les organes de 3 individus ayant succombé à des formes graves

et rapidement mortelles (2-5 jours). 11 sur 17 malades appartenaient au foyer épidémique de Paris (hôpital Pasteur); 6 au foyer épidémique de Londres. Les trois cas d'autopsie appartenaient tous au foyer parisien.

12 fois sur 17, dans le sang des malades et dans les trois cas d'autopsie, à côté d'autres germes déjà décrits dans le sang des scarlatineux (diverses races de tétragène le plus souvent, le streptocoque 5 fois, un staphylocoque particulier donnant sur gélose des colonies peu épaisses et légèrement nacrées, 4 fois, et un long bacille mobile sporulé et ne prenant pas le Gram, 2 fois), j'ai rencontré et isolé en culture pure un microbe qui, par ses caractères de cultures et sa morphologie, ne peut être rapporté à aucune des espèces décrites dans la scarlatine ou autrement connues.

Ensemencé à la surface de la gélose peptonisée, ce microbe donne, au bout de 48 heures environ, de petites colonies hyalines semblables à des gouttelettes de rosée, croissant peu et prenant tard une apparence légèrement nacrée. Dans le bouillon ordinaire, il se forme simplement en deux ou trois jours de petits grumeaux réunis par des filaments au fond du tube, le liquide restant parfaitement clair. Dans les nombreux milieux que j'ai essayés (glucosés, maltosés, à l'ascite, au sang et à l'œuf), les colonies se présentent avec les mêmes caractères et le développement n'est guère plus abondant.

C'est en examinant toutes les 24 heures le sang abandonné tel quel à l'étuve à 37° que j'ai, pour la première fois, remarqué à l'ultramicroscope et sur des préparations colorées la présence de ce microbe; d'abord exclusivement à l'intérieur des leucocytes, puis libre en gros et petits amas ou par éléments isolés, mais toujours en nombre relativement limité.

Tout au début, alors que les microbes sont encore à l'intérieur des leucocytes, ils affectent une forme ovoïde ou en navette et ils se présentent en amas constitués parfois d'un très grand nombre d'éléments, de $0^{\mu},4$ à $0^{\mu},6$. A l'ultramicroscope, ils sont facilement reconnaissables à cause de la réfringence particulière commune aux éléments microbiens; coloré au Giemsa, chaque élément se montre constitué par un granule parfois central, parfois placé à une extrémité, coloré en rouge violacé, entouré d'une petite zone bleu clair; à la thionine, le granule est violet et la zone légèrement rose; par la double coloration au Gram et fuchsine dilué au $\frac{1}{10}$, le granule est violet foncé et la zone rouge. Un certain nombre d'éléments un peu plus allongés présentent un point coloré à chaque extrémité.

Ce microbe, dont les éléments intraleucocytaires du début se présentent sous un aspect relativement simple et uniforme, devient polymorphe lorsqu'il se développe librement dans le sang et plus encore dans les milieux

de culture. A côté de formes allongées (les plus nombreuses), à extrémité légèrement renflée et fixant fortement la couleur, isolées ou bien disposées par groupes de deux, quatre et plus, formant de véritables palissades ou bien des espèces de rosaces, on en rencontre de plus allongées (1^{μ}-$1^{\mu},5$) ne fixant la couleur qu'à une extrémité et affectant la forme de massue. Quelques éléments sont encore plus allongés (3^{μ}-4^{μ}), renferment plusieurs granules souvent de grosseur différente; d'autres enfin se présentent sous forme de grosses boules irrégulières (2^{μ}-3^{μ} de diamètre) renfermant plusieurs granules. Ces dernières formes, très fréquentes dans les premières cultures, deviennent rares dans la suite, au fur et à mesure que le développement sur les milieux artificiels se fait mieux.

Dans les trois cas d'autopsie, j'ai retrouvé le microbe que je viens de décrire dans le sang, dans la rate et, dans les deux cas où je l'ai recherché dans le liquide céphalo-rachidien, associé à un tétragène jaune. Dans les deux cas, le liquide céphalo-rachidien était légèrement louche, la pie-mère et les plexus choroïdiens étaient légèrement congestionnés, mais, au point de vue anatomique, la lésion était à vrai dire insignifiante.

L'examen microscopique montre bien que ce microbe existe en assez grande quantité dans l'exsudat de l'angine des scarlatineux; mais à cause des autres germes qu'on y rencontre et qui se développent très vite et très abondamment, il m'a été impossible de l'isoler en culture pure.

Je l'ai recherché sans résultat dans le sang d'individus atteints d'angine simple, d'autres maladies fébriles et dans le sang d'un certain nombre de personnes bien portantes.

Les expériences sur les animaux (souris, cobayes, lapins et singes), dans les conditions où je me suis placé et avec six sur les quinze échantillons que je possède, ne m'ont fourni jusqu'à présent aucun renseignement utile au point de vue de la spécificité de ce microbe dans l'étiologie de la scarlatine.

L'épreuve de la fixation du complément ne m'a pas donné non plus de résultats très nets. L'antigène lui-même, bien que fortement dilué, fixe une assez grande quantité d'alexine (de $\frac{5}{10}$ à $\frac{7}{10}$ de centimètre cube d'une dilution au $\frac{1}{10}$ pour les quatre échantillons mis à l'étude). Le pouvoir fixateur n'est pas augmenté en présence du sérum normal; en présence du sérum scarlatineux (17 à 72 jours après la chute de la température), l'antigène a fixé entre $\frac{8}{10}$ et $\frac{9}{10}$ de la même dilution d'alexine.

Cela étant donné, toute conclusion au sujet du rôle de ce microbe dans

l'étiologie de la scarlatine serait sans doute prématuré. Il m'a semblé cependant que sa présence exclusive, et dans toutes les formes d'une certaine gravité, constante pour les cas que j'ai étudiés, méritait d'être signalée.

La séance est levée à 16 heures.

A. Lx

ERRATA.

—

(Séance du 20 juillet 1914.)

Note de M. *R. Fosse*, Analyse quantitative gravimétrique de petites quantités d'urée pour des dilutions supérieures à $\frac{1}{1000}$:

Page 255, 17e ligne du Tableau, 4e colonne, *au lieu de* 0,14, *lire* 0,014.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 AOUT 1914.

PRÉSIDENCE DE M. P. APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Mes chers Confrères,

Dans la situation grave où se trouve la Patrie, je suis assuré d'être l'interprète de tous les Membres de l'Académie non mobilisés dans un service public, en déclarant en leur nom qu'ils se tiennent à la disposition du Gouvernement, pour aider à la défense nationale, chacun selon sa spécialité.

Après la séance, l'Académie se formera en Comité secret.

HYDRODYNAMIQUE. — *Considérations théoriques sur la filtration des liquides par le sable, ou par d'autres milieux poreux analogues, et sur l'analogie des courants électriques avec ceux de filtration.* Note de M. **J. Boussinesq.**

I. On sait que la filtration d'un liquide à travers un sable homogène est régie par la même loi élémentaire, de proportionnalité du débit à la *pente motrice* I, ou à un coefficient K dont il a été question dans une Note précédente [1], que son écoulement uniforme le long d'un tube capillaire poli.

---

[1] *Comptes rendus*, t. 158, 22 juin 1914, p. 1846.

Mais, comme les voies ouvertes au liquide, dans une masse sablonneuse ou dans tout autre milieu poreux présentant des espaces libres analogues entre ses petits fragments, sont extrêmement irrégulières et sinueuses, il est difficile de donner, de cette assimilation, une explication précise, de tout point satisfaisante. On voit seulement, au premier coup d'œil, que la petitesse extrême des vitesses absolues doit permettre d'y négliger sinon les accélérations, du moins les *inerties* en jeu, qui, rapidement changeantes de sens d'un point à l'autre, s'annihilent *en moyenne* dans des étendues presque comparables à de simples éléments de volume; et qu'elle doit aussi permettre, par suite, d'y supposer la pente motrice neutralisée, dans chaque petite région, par les frottements, de la même manière qu'elle l'est, dans un tube cylindrique poli, sur des filets fluides rectilignes et parallèles, animés de vitesses inégales mais constantes.

II. L'ébauche de théorie de ce phénomène qui m'a paru la plus commode pour l'enseignement, bien qu'on puisse la trouver un peu trop fictive ou simplificatrice au point de vue de la réalité, consiste à y admettre, dans chaque petit espace comprenant un grand nombre de grains sablonneux et durant des laps de temps modérés, une *direction générale ou commune de l'écoulement*, c'est-à-dire du mouvement *translatoire*, en raison de laquelle les pores ou vides *alignés à peu près suivant cette direction* se comportent comme des tubes cylindriques que parcourraient, rectilignement et uniformément, suivant leur axe, les filets du liquide les remplissant, tandis que les pores ou interstices des particules sablonneuses orientés autrement, et même, dans ceux qui sont bien alignés, les parties ou concavités non utilisables par des filets rectilignes parallèles, seraient l'emplacement d'un liquide *immobilisé* entre les grains sablonneux. Ce dernier, *fluide mort* en quelque sorte, compléterait ainsi, par son adjonction aux particules sablonneuses censées le retenir, les parois fictivement cylindriques des *tubes de filtration*, tout en maintenant sans cesse, par le fait même de son équilibre entre tubes contigus, une variation *hydrostatique* de la pression moyenne p, le long des chemins qui traversent dans du liquide toute paroi de ces tubes.

Comme on sait que, dans chaque tube en particulier, la *hauteur* ζ *de charge*, somme de la pression $\frac{p}{\rho g}$ (évaluée en hauteur de fluide) et de *l'altitude* effective ζ du point où l'on se trouve (au-dessus d'un plan horizontal fixe de *repère*), est constante le long de tout chemin *normal* aux filets fluides,

non moins qu'à l'état de repos dans le liquide immobilisé entre deux tubes, la charge φ aura une même valeur sur tout le parcours, quelque étendu qu'il soit, d'un tel chemin normal aux tubes, tracé à travers la masse fluide qu'entrecoupent les particules sablonneuses, mais qui forme *un tout communiquant*. En d'autres termes, la famille $\varphi =$ const. des *surfaces d'égale charge* sur lesquelles la hauteur φ du *niveau dynamique* est constante, surfaces sensiblement continues malgré leurs innombrables mais imperceptibles inégalités (dont il sera fait abstraction), donnera, dans toute petite région (x, y, z), la direction des tubes de filtration, par sa normale très petite dn menée, à partir de (x, y, z), suivant le sens où *s'abaisse* ce niveau φ; et c'est justement la dérivée $-\frac{d\varphi}{dn}$, mesurant la rapidité actuelle de l'abaissement du niveau dynamique le long de dn, qui constituera, par définition, la *pente motrice* I, régulatrice de l'écoulement.

III. Rappelons enfin que notre coefficient K est le produit, $\frac{\rho g \mathrm{I}}{\varepsilon}$, du poids spécifique ρg du liquide par l'inverse de son coefficient ε de frottement intérieur et par la pente motrice I.

Cela posé, la vitesse de débit d'un tube de filtration (de section *vive* σ) étant $k\mathrm{K}\sigma$, le volume liquide que celui-ci fournira dans l'unité de temps aura l'expression $k\mathrm{K}\sigma^2$, ou $\frac{\rho g \mathrm{I}}{\varepsilon} k\sigma^2$. Et le débit, par unité d'aire, de la surface considérée d'égale charge φ, dans une petite étendue sensible $\Delta\mathrm{S}$ entourant le point (x, y, z), sera $\frac{\rho g \mathrm{I}}{\varepsilon} \sum k\sigma^2$, où le symbole de sommation $\sum$ désigne une somme s'étendant à tous les tubes qui percent normalement cet élément d'aire $\Delta\mathrm{S}$, divisée par $\Delta\mathrm{S}$ ou évaluée dans l'hypothèse $\Delta\mathrm{S} = 1$. Il est clair que, si le sable se trouve moyennement homogène, le quotient ainsi obtenu s'écartera peu d'une certaine moyenne, indépendante de la situation (x, y, z) et de l'orientation des surfaces d'égale charge [1].

---

[1] Pour un milieu poreux qui ne serait plus *moyennement isotrope* comme du sable, mais qui offrirait, par exemple, une structure plus ou moins *stratifiée*, ou des tubes de filtration de formes et de dimensions différentes suivant les divers sens, il y aurait lieu de compliquer sensiblement, pour la rapprocher de la réalité, l'hypothèse d'une direction générale du mouvement dans chaque région. Tout en continuant à admettre l'existence des surfaces d'égale charge φ, on considérerait les tubes de filtration, non plus comme normaux à ces surfaces, mais comme se croisant dans toutes les directions, à la manière d'un réseau serré, et débitant du fluide en raison

IV. L'hydraulicien Dupuit, inspecteur général des Ponts et Chaussées, à qui l'on doit, ce semble, la première étude théorique de la filtration ([1]), considère la capacité totale, m, occupée par le liquide dans l'unité de volume apparent du milieu poreux, capacité qu'il déduit du poids de ce liquide (obtenu par l'excédent d'une pesée du sable *tout imbibé* sur le même sable une fois sec); et il imagine que la capacité proportionnelle $m\Delta S dn$, dans la couche mince sablonneuse de section ΔS et d'épaisseur dn comprise entre deux surfaces consécutives d'égale charge, y soit répartie de manière que toute section qu'on y fait par un plan parallèle aux bases ait la valeur $m\Delta S$, comme si tous les pores sensibles étaient disposés en tubes cylindriques de filtration ou, du moins, ne contenaient pas de liquide mort. Divisant alors le débit total de l'élément ΔS de surface d'égale charge par la section totale *ainsi uniformisée*, $m\Delta S$, des cavités correspondantes, il obtient ce qu'il appelle la *vitesse moyenne* du liquide filtrant. Désignons-la par U, et ce sera, avec nos notations et formules,

$$(1) \qquad U = K\frac{\Sigma k\sigma^2}{m} = \frac{\rho g I}{\varepsilon}\frac{\Sigma k\sigma^2}{m} = \left(\frac{\rho g}{\varepsilon}\frac{\Sigma k\sigma^2}{m}\right)\left(-\frac{d\varphi}{dn}\right).$$

Dupuit appelle μ la *constante spécifique*, caractéristique du sable expérimenté, par laquelle il faut diviser la pente motrice I, ou $-\frac{d\varphi}{dn}$, pour avoir cette vitesse moyenne U. Nous poserons donc

$$(2) \qquad \mu = \frac{\varepsilon}{\rho g}\frac{m}{\Sigma k\sigma^2};$$

et, si q désigne le volume fluide que débite, par unité de temps, l'unité

---

inverse de leur plus ou moins d'obliquité sur ces mêmes surfaces. Celles-ci seraient ainsi affectées d'une *encoche* presque imperceptible à la traversée de chaque tube, dont la section normale σ n'aurait plus leur direction générale par suite de l'hétérotropie du milieu.

Il existe alors, pour tout milieu poreux, trois *axes* rectangulaires *principaux* de filtration et, suivant chacun de ces axes, un coefficient spécifique *distinct*, analogue à l'inverse $\frac{1}{\mu}$ des formules (3) ci-après.

Voir, à ce sujet, la XX[e] de mes leçons sur la *Théorie analytique de la chaleur, mise en harmonie avec la Thermodynamique et avec la théorie mécanique de la lumière* (t. I, p. 324 à 328. Paris, Gauthier-Villars).

([1]) Une quinzaine d'années après les expériences de Darcy et Ritter faites à Dijon vers 1840.

d'aire apparente ou totale d'une surface filtrante d'égale charge φ, nous aurons en résumé, comme formules fondamentales de la filtration,

$$(3) \qquad U = \frac{I}{\mu}, \qquad q = \frac{m}{\mu} I, \qquad \text{où} \qquad I = -\frac{d\varphi}{dn}.$$

Dupuit a reconnu, par confrontation avec les résultats d'expérience, que le nombre μ, évidemment d'autant plus grand que le sable a ses grains plus ténus, se trouve compris, pour l'eau circulant (aux températures ordinaires) à travers des sables plus ou moins fins, entre des nombres comme 1000 et (peut-être) 10000, quand on adopte le mètre et la seconde pour unités de longueur et de temps.

V. Chaque fois que j'ai exposé, dans mon Cours de la Sorbonne, cette théorie de la filtration, je n'ai pas manqué de l'appliquer au cas d'un tuyau de conduite rempli de sable, fournissant par unité de temps un certain débit de liquide Q sous l'action d'un abaissement donné H de la charge φ d'un bout à l'autre, suivant sa longueur totale L, afin de montrer l'étroite analogie de ce phénomène avec le *courant électrique* créé le long du conducteur reliant les deux pôles d'une pile, dont la force électromotrice E produit entre eux l'abaissement $H = E$ du *niveau électrique* ou potentiel.

Si l'on adopte, dans un tel tuyau de conduite, une abscisse courbe n, comptée le long de son axe, de $n = 0$ à $n = L$, pour définir les divers points de cet axe et, par suite, en fonction donnée de n, les sections normales correspondantes σ du tuyau, ainsi que les diverses valeurs du coefficient $\frac{m}{\mu} = c$ qui caractérisent la *facilité* du sable à laisser filtrer le liquide ou, en quelque sorte, sa *conductibilité*, l'inverse de sa *résistance* à l'écoulement, la seconde formule (3), étendue à toute une section σ, donnera

$$Q = -c\sigma\frac{d\varphi}{dn}, \qquad \text{ou} \qquad -d\varphi = Q\frac{dn}{c\sigma};$$

et, en intégrant de $n = 0$ à $n = L$,

$$(4) \qquad H = Q\int_0^L \frac{dn}{c\sigma}.$$

L'intégrale $\int_0^L \frac{dn}{c\sigma}$, proportionnelle à la longueur du tuyau, mais inverse de la conductibilité et de l'aire des sections, exprime la *résistance totale* $\mathcal{R}$ à l'écoulement. Or remplaçons H par E, et il viendra la formule fondamen-

tale de la théorie du courant électrique (d'intensité Q),

$$Q = \frac{E}{\mathcal{R}}.$$

D'ailleurs, dans ces deux phénomènes de régime *uniforme ou quasi-uniforme*, la pente motrice est partout neutralisée par les frottements. En d'autres termes, le travail résistant y est converti en chaleur. Donc la chaleur créée y égale, par unité de temps, le *travail moteur*, qu'exprime, d'une part, le produit du poids $\rho g Q$ du fluide débité par l'abaissement H, statique ou dynamique, de son niveau, d'autre part, le produit de l'intensité du courant électrique par la chute analogue E du potentiel.

AÉRODYNAMIQUE. — *Sur le Laboratoire aérodynamique d'Auteuil.* Note de M. L. **Lecornu** [1].

Il y a deux ans, l'Académie, sur mon Rapport, décernait le prix Fourneyron à M. G. Eiffel pour les recherches d'aérodynamique effectuées dans son Laboratoire du Champ-de-Mars. Il a, depuis lors, poursuivi ses travaux, avec des moyens plus puissants, dans son nouveau Laboratoire d'Auteuil. Les résultats intéressent au plus haut point les progrès de l'aviation. M. Eiffel ne s'est pas borné à comparer diverses formes d'ailes; il a expérimenté des modèles complets d'aéroplanes, et les tableaux numériques, les diagrammes ainsi obtenus fourniront aux constructeurs des renseignements de première utilité. Sans entrer dans le détail, je signalerai le type d'abaque auquel M. Eiffel donne le nom de *polaire logarithmique* et dont l'emploi se fait de la manière suivante. Trois échelles, de directions différentes, portent respectivement comme graduations les logarithmes du poids de l'appareil, de sa vitesse et de la puissance développée par son hélice. Si, partant d'une origine fixe, on additionne géométriquement les vecteurs mesurés sur ces trois échelles, le point auquel on parvient est assujetti à se trouver sur une courbe tracée à l'avance, en sorte que cette courbe fournit la relation devant exister entre ces trois éléments caractéristiques. On peut choisir arbitrairement deux d'entre eux et le troisième est alors donné par l'intersection de la courbe avec une droite déterminée; il y a généralement deux solutions. Je me permets de rappeler à cette

---

[1] Communication faite dans la séance du 27 juillet 1914.

occasion que, dans un ordre d'idées analogue, j'ai indiqué jadis (*Comptes rendus*, 22 février 1909) une construction graphique fournissant très simplement les relations existant entre le poids de l'aéroplane, la force propulsive de l'hélice, la grandeur et la direction du vent relatif. Mais cette construction, basée sur la loi du sinus, présentait un caractère théorique, tandis que celle de M. Eiffel ne met en œuvre que des données expérimentales.

L'action de l'air en mouvement sur une sphère présente des particularités qui ont été bien mises en lumière à Auteuil. Il y a une vitesse critique au-dessous de laquelle on observe à l'arrière un cône de tourbillons, d'une longueur presque égale au diamètre de la sphère. Au-dessus de la vitesse critique, ces tourbillons disparaissent. A ces deux genres de régime correspondent deux valeurs différentes du coefficient de résistance. La vitesse critique dépend du diamètre de la sphère : égale à 12^m pour une sphère de $0^m,16$, elle tombe à 4^m pour une sphère de $0^m,33$. On voit, par cet exemple, que la vitesse de 10^m, impossible à dépasser dans les autres laboratoires, peut conduire, en ce qui concerne l'aviation, à des conclusions erronées. A Auteuil, on atteint la vitesse de 30^m par seconde, soit 108^{km} à l'heure, ce qui est une vitesse d'aéroplane.

L'étude de divers modèles de dirigeables a permis de justifier le principe de similitude : car les chiffres observés pour le modèle du *Fleurus* concordent avec ceux qui ont été directement relevés sur ce dirigeable.

L'analyse des pressions exercées par le vent sur les hangars de dirigeables a conduit M. Eiffel à proposer une explication nouvelle des phénomènes de soulèvement qui sont généralement attribués à des tourbillons ascendants. Ces phénomènes proviennent d'après lui de ce que les filets d'air, obligés de se serrer les uns contre les autres pour contourner l'obstacle, transforment une partie de leur énergie potentielle en énergie cinétique, d'où une diminution de pression. Notons en outre l'influence des pressions existant à l'intérieur du hangar, pressions qui dépendent de la position et des dimensions des ouvertures.

En ce qui concerne les hélices, les diagrammes sont basés, comme pour les aéroplanes, sur l'emploi de polaires logarithmiques. Mais le cas est ici plus compliqué. Au moyen de ces diagrammes, on peut immédiatement choisir l'hélice qui convient le mieux à un aéroplane ou à un dirigeable donné.

Le professeur Prandtl, de Göttingen, directeur du principal laboratoire aérodynamique de l'Allemagne, écrivait récemment que, parmi tous

les laboratoires aérodynamiques du monde, c'est celui d'Auteuil qui « a rendu à l'aviation les services les plus précieux et les plus étendus ». Il est consolant de voir que, si les aviateurs allemands sont en train de battre quelques-uns des records qui appartenaient à notre pays, du moins, sur le terrain de la Science aérodynamique, nous conservons le premier rang.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les alliages fer-zinc. Remarques sur une Communication récente de M. Taboury* (¹). Note de M. **H. Le Chatelier.**

Dans la séance du 20 juillet dernier, M. Taboury a communiqué quelques résultats d'expérience sur les alliages fer-zinc. Il a donné à cette occasion une bibliographie très incomplète, mentionnant seulement les travaux tout à fait récents de MM. Vigouroux, Vegesack, etc. En fait les premières études sur ces alliages remontent déjà à 75 ans en arrière. Berthier a publié en 1840 une analyse du composé fer-zinc, aussi précise que celle des auteurs précités.

J'en ai établi, il y a 25 ans, la formule exacte et montré que c'était bien une combinaison définie, puisque sa composition reste indépendante des conditions de préparation. Elle répond exactement à la formule $FeZn^{10}$ avec une teneur en fer de 7,90 pour 100. Le chrome donne une combinaison semblable : $CrZn^{10}$, plus facile encore à préparer à l'état de pureté, en raison de sa moindre altérabilité.

L'étude la plus complète faite sur la combinaison fer-zinc est due à M. Wologdine (²). Il a vérifié l'exactitude de la formule ci-dessus, la confirmant simultanément par l'analyse chimique, l'analyse thermique et l'examen métallographique.

Les erreurs, auxquelles a donné lieu l'étude de ce corps, tiennent aux causes suivantes. L'isolement chimique en est rendu difficile par sa grande altérabilité. Je suis arrivé à le séparer à l'état de pureté, soit par attaque du zinc libre au moyen du chlorure de plomb, soit par distillation du métal dans le vide, à basse température.

La mesure de forces électromotrices ne permet pas de déterminer la formule exacte d'une combinaison chimique, pas plus qu'une mesure cryosco-

---

(¹) *Comptes rendus*, t. 159, 20 juillet 1914, p. 241.

(²) *Revue de Métallurgie*, t. III, 1906, p. 701.

pique ne permet de déterminer son poids moléculaire rigoureux. Il faut dans les deux cas s'appuyer conjointement sur l'analyse chimique. Ces méthodes physiques peuvent seulement donner l'ordre de grandeur des quantités étudiées. Dans le cas des mesures de force électromotrice, la présence du métal libre, c'est-à-dire non engagé dans la combinaison, commence seulement à se manifester lorsque sa proportion devient assez importante pour qu'il cesse de rester englobé au milieu de la combinaison définie et soustrait ainsi à l'action de l'électrolyte.

MÉMOIRES LUS.

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la constitution du jet des fluides élastiques à l'aval des divers orifices*; par M. H. PARENTY.

Les quadrants de sinusoïde et d'ellipse d'abscisses $R_1 = \frac{p_0 - p_1}{p_1}$, de paramètres a et m, par lesquels, dans ma Note du 29 juin [1], j'ai représenté la vitesse V_1 et le débit I_1 des fluides élastiques franchissant le dernier parallèle aval des divers orifices, se superposent correctement aux courbes transcendantes d'abscisses $\rho_1 = \frac{p_1}{p_0} = 1 - R_1$ et de paramètres EC et $\frac{C}{c}$, pour les orifices qui ont pour coefficient de leur débit liquide $m = 1$. Cela tient à ce que les masses animées de vitesses égales et parallèles n'exercent aucune action réciproque normale à leur trajectoire, et que dès lors l'élasticité entropique $\mathcal{E} = \frac{C}{c} p_1$ et le travail mécanique EC sous pression constante sont intégralement utilisés à produire la vitesse. Pour tous les autres orifices de coefficient $m \gtrless 1$, le défaut de parallélisme et l'inégalité des vitesses détermine : 1° un centre de compression et de chaleur définissant le sens de la courbure des surfaces de niveau, centre que j'ai placé à l'amont, sur le plan ou à l'aval de la tranche, suivant que m est inférieur, égal ou supérieur à 1 et dont enfin un acousticien, le Dr A. Guillemin [2], a fait le siège du corps sonore virtuel

---

[1] H. PARENTY, *Comptes rendus*, t. 158, p. 1973; *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. VIII, mai 1896.

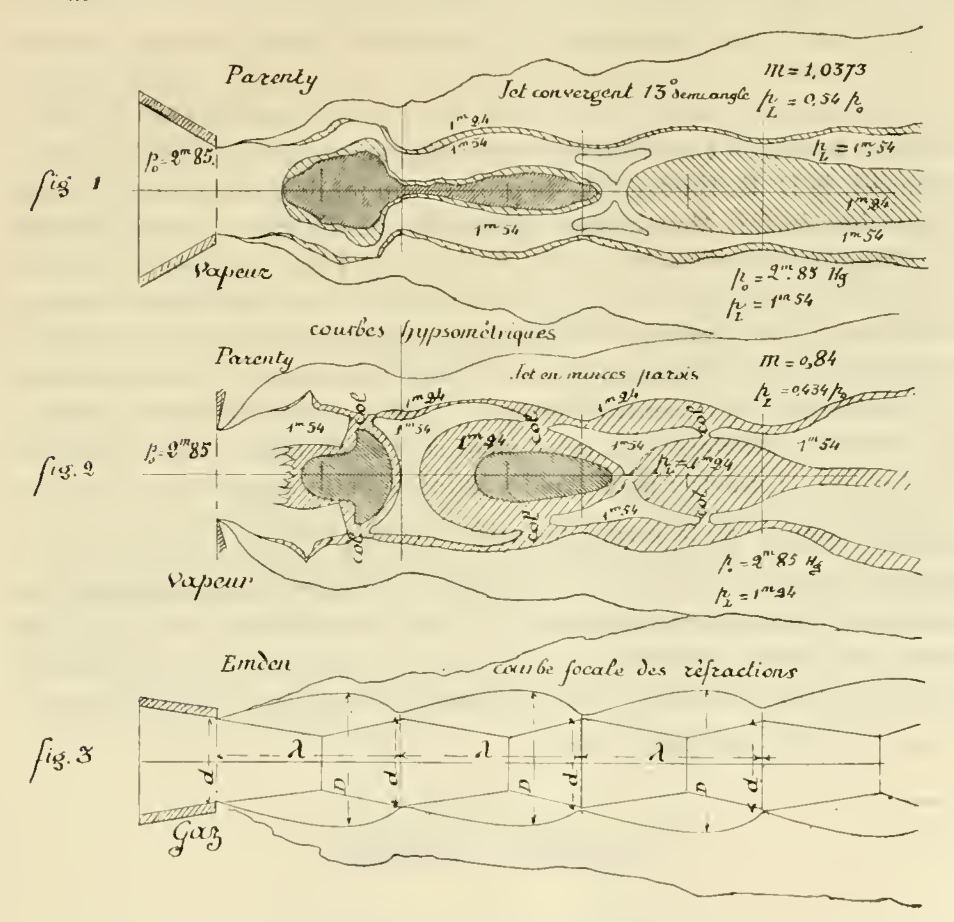
[2] Dr A. GUILLEMIN, *Sur la génération de la voix et du timbre*. Paris, Société d'études scientifiques; 1897.

des instruments à vent et de la voix humaine; 2° la genèse d'un tourbillon dont les nappes concentriques se constituent chacune d'un réseau de trajectoires hélicoïdales conjuguées, et sont animées de girations progressives. Ce régime, qui n'est généralement dépourvu ni de glissements, ni des torsions et remous qui résultent de ces glissements, dépend *a priori* de la forme de chaque orifice, synthétisée par le coefficient plastique m de son débit. L'ellipse généralisée du débit offre une première traduction de cette dépendance, qui peut se représenter de façon adéquate par une action réciproque des masses qui s'exercerait normalement à leurs trajectoires et modifierait ainsi les proportions $\frac{C}{c}$ d'élasticité et EC d'énergie calorique efficacement utilisées pour leur transport.

J'ai donc, en superposant par un décalage convenable la courbe transcendante à l'ellipse du débit, donné aux paramètres invariants $\frac{C}{c}$, et EC des valeurs particulières, fonctions de m et de a comme l'indique ma formule (4), et que j'ai transportées dans les expressions des vitesses, températures et densités qui règnent sur le dernier parallèle et président à la genèse du jet extérieur. Dès que le rapport $R_1 = \frac{p_0 - p_1}{p_0}$ atteint la limite $R_L = \frac{a}{m}$, le jet limite parcourt le milieu d'aval à la vitesse uniforme du son U_s correspondant à sa température T_L. Cette vitesse de translation est un maximum et ne saurait s'accroître par les abaissements ultérieurs de la contre-pression p_1. La portion d'énergie correspondant à ces abaissements $p_L - p_1$ se transforme dans le jet en une vibration dont l'onde de propagation en retour emprunte également la vitesse du son $- U_s$, ce qui la rend immobile et permet de la mensurer.

J'ai sondé méthodiquement les divers points d'un jet de vapeur au moyen de pipettes de cristal fort effilées et convenablement recourbées. Ces pipettes fixées sur un chariot de tour pouvaient recevoir avec précision de faibles déplacements, enfin elles communiquaient par un tube flexible avec un manomètre mercuriel à air libre, gradué du vide absolu à 4^{atm}. Le sondage d'un point fournit une hauteur variable suivant les directions. J'ai relevé sur une perpendiculaire au plan d'un méridien la plus grande différence des deux pressions de choc et de remous correspondant à la même direction, qui est la direction du mouvement réel de translation, et tracé dans le plan de ce méridien des courbes hypsométriques d'égales pressions vives. Ces courbes sont les méridiennes des nappes d'un tourbillon dont les parallèles extérieurs offrent des minima régulièrement

espacés, de même section que l'orifice (*fig.* 1 et 2). Ces ondulations de la surface enveloppent une succession de ventres et de nœuds qui apparaissent sur l'axe aussitôt que le rapport $R = \frac{p_0 - p_1}{p_0}$ a atteint sa valeur limite $R_L = \frac{a}{m}$ et dont les intervalles λ partent alors de la valeur o pour croître



inversement à $R_L = \frac{a}{m}$ pour divers orifices, à $\rho_1 = \frac{p_1}{p_0}$ pour diverses pressions.

Le tracé hypsométrique des pressions vives d'un jet limite offre des *cols montagneux* dont le plus bas correspond toujours très exactement à la pression vive critique de chaque orifice $p_L = \left(1 - \frac{a}{m}\right) p_0$. Au-dessus du plan de ce col, les surfaces de niveau sont discontinues et le volume du relief engendré par ces surfaces fournit la proportion des pressions vives

utilisées pour le transport et de celles réservées à la vibration. Enfin j'ai constaté que pour un même orifice, la forme d'un jet limite dépend uniquement du rapport et non de la valeur absolue des pressions.

J'adresse un reconnaissant hommage à la mémoire de Cornu qui présenta ces travaux à l'Académie ([1]), et de Berthelot qui en réclama le Mémoire pour ses *Annales de Chimie et de Physique* ([2]).

A la page 354 de ce Mémoire, je conseillais d'appliquer à des gaz transparents, éclairés par une étincelle d'induction, la recherche photographique, qui m'avait bien fourni la silhouette des jets de vapeur, mais sans m'en révéler l'ossature. Une étincelle fort éloignée permit aussitôt à un savant allemand, le Dr R. Emden ([3]), de projeter un jet de gaz sur une plaque fort rapprochée de lui. Mais l'auteur reconnaît que les lignes focales produites par l'inégalité des réfractions (*fig.* 3) précisent plus correctement la périodicité que la forme réelle des concamérations de la densité. Mes sondages montrent (p. 308) que la structure d'un jet dépend de la forme des orifices et du rapport des pressions extrêmes. L'emploi des gaz à de fortes pressions p_0 et la raréfaction de la contre-pression p_1 par la sortie même du jet d'une caisse vitrée où il a été mensuré, fournissent au Dr Emden une échelle plus étendue que la mienne pour établir la loi de cette dépendance. Mais il ne tient pas compte de la forme des orifices et sa parabole du rapport $\frac{\lambda}{d}$ de la longueur d'onde au diamètre recevrait, de l'élégante comparaison d'une *onde sonore stationnaire* de durée (T), une justification analytique plus précise encore, si, abandonnant la stérile méthode des moyennes, il y faisait paraître les paramètres a et m de mon ellipse. J'écrirai donc, en faisant de $n = \frac{C}{c}$ une fonction de $\frac{a}{m}$:

$$(\text{L}\theta)\qquad \frac{\lambda}{d} = \sqrt{2\frac{c}{C}\left[\left(1-\frac{a}{m}\right)\frac{p_0}{p_1}-1\right]},$$

$$\left(\frac{2}{n+1}\right)^{\frac{n}{n-1}} = 1-\frac{a}{m} \qquad [\text{formule (4)}].$$

Contrairement aux conclusions de l'auteur, je doute que l'atmosphère

([1]) H. Parenty, *Comptes rendus*, t. 118, 22 janvier 1894, p. 183.

([2]) H. Parenty, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XII, novembre 1897.

([3]) Dr Robert Emden, *Ueber die Ausströmungserscheinungen permanenter Gase.* Leipzig, Johann Ambrosius Barth; 1899.

transmette à notre oreille les vibrations internes d'un jet qui y occupe un emplacement immuable, et puisse par là constituer un son.

Si l'on soumet un cylindre de ciment à l'action d'une presse hydraulique, on relève dans les fragments de la rupture deux troncs de cône de hauteurs inégales, analogues à ceux d'un sablier et dont l'image dans les focales ajoute un argument au parallèle que j'avais établi (p. 338) entre la rupture des solides et la régularisation du débit de gaz, et que je développerai quelque jour.

Le Dr Guillemin à Alger, le Dr Emden à Munich ont, en citant mon nom, transféré à l'acoustique cette conception d'un jet limite qui ne dépend que faiblement de la nature et de la densité des gaz et que l'on ne saurait hésiter dès lors à étendre aux agents de l'éther et à la matière cosmique impondérable. D'autres savants, parmi mes lecteurs, ont bien voulu me suivre dans cette voie. M. Zenger, de Prague, voyait dans le jet limite une image des grands cyclones solaires, et M. P. Stroobant, de Bruxelles, me rappelait ici même, après ma lecture du 29 juin, qu'en 1896 il avait comparé ce phénomène à la genèse d'une comète dont la dislocation fréquente en ses points de rupture peut, à mon avis, résulter d'une rencontre avec diverses nappes d'un tourbillon d'axe différent du sien.

« Nous retrouvons ici », disais-je en mes *Tourbillons de Descartes* [1], « l'étrange succession des cyclones et anticyclones d'un jet qui, traversant les nappes cartésiennes du tourbillon solaire, se trouverait dilaté, cisaillé, disloqué par la variation de vitesse et de densité de ces nappes, entre lesquelles ses fragments pourront même acquérir une rotation ».

Ce mécanisme fournit à un autre de mes correspondants, M. E. Belot, le point de départ fondamental de sa *Cosmogonie tourbillonnaire*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre des Finances** invite l'Académie à lui présenter une liste de trois candidats à un emploi, récemment créé, d'essayeur à l'*Administration des Monnaies et Médailles*.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

---

[1] H. Parenty, *Les tourbillons de Descartes et la Science moderne*, p. 133. Paris, Honoré Champion; 1903.

M. le **Ministre du Commerce et de l'Industrie** soumet aux délibérations de l'Académie le projet de règlement d'administration publique contenant l'énumération et la définition des *unités secondaires de mesures*, projet élaboré par la *Commission préparatoire*.

(Renvoi à la Commission des Poids et Mesures.)

M. le **Ministre de la Guerre** invite l'Académie à lui faire connaître le nom de deux de ses Membres qui devront faire partie du *Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique*, pour l'année scolaire 1914-1915.

MM. **Breteau, Reverchon, Roussilhe, Vigouroux** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation polaire*. Note [1] de MM. **Th. Anghelutza** et **O. Tino**, présentée par M. Émile Picard.

Soit $N(xy)$ le noyau d'une équation intégrale de Fredholm et soient le noyau itéré et la trace d'indice p,

$$N_p(xy) = \underbrace{\int_a^b \int_a^b \cdots \int_a^b}_{p-1} N(xs_1)N(s_1s_2)\ldots N(s_{p-1}y)ds_1 ds_2 \ldots ds_{p-1}, \quad U_p = \int_a^b N_p(xx)dx.$$

Si le noyau $N(xy)$ est symétrique, les traces d'indice pair, on le sait [2], sont toutes positives et non nulles si $N(xy)$ n'est pas identiquement nul.

Le noyau introduit par M. Hilbert [3], $N(xy) = A(x)K(xy)$, où $K(xy)$ est symétrique, se rapproche le plus du noyau du type symétrique.

Nous nous sommes posé la question si les traces d'indice pair sont toutes

(1) Présentée dans la séance du 27 juillet 1914.

(2) Schmidt, *Math. Ann.*, Bd. 63.

(3) *Grundzüge*, 5. Mitt., p. 462-472; Voir aussi : J. Marty, *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 515; G. Fubini, *Annali di Mat.*, 1910.

positives et si les conséquences, qu'il en résulte pour le cas du noyau symétrique, subsistent.

Nous montrons d'abord que *si* $K(xy)$ *est une fonction continue du type positif, les traces d'indice pair sont toutes positives et elles ne s'annulent que si le noyau itéré d'ordre deux est identiquement nul.*

En effet, remarquons d'abord que le produit d'un nombre quelconque de noyaux du type positif est un noyau du type positif. On a

$$U_{2p} = \int_a^b \int_a^b K(xs)\, K_{2p-1}(sx)\, A(x)\, A(s)\, dx\, ds \quad \text{où} \quad N_p(xy) = A(x)\, K_p(xy).$$

On remarque que $K_{2p-1}(xy)$ est un noyau symétrique du type positif, donc il en est de même de $N(xy)\,K_{2p-1}(xy)$, par suite $U_{2p} \geqq 0$.

Si U_{2p} était nul, il en résulterait que $K_{2p}(xx) = 0$, et, d'après le théorème de Hilbert-Schmidt, que $K_{2p}(xy) \equiv 0$. Mais alors $K_{2p+1}(xy) \equiv 0$, ce qui n'a pas lieu que si $K_2(xy)$ l'est aussi ([1]).

Donc, d'après un résultat de MM. Goursat et Lalesco, si $K_2(xy)$ n'est pas nul identiquement, l'équation polaire a au moins une valeur caractéristique.

D'après un théorème de M. J. Mercer ([2]), on a $K(xy) = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{\varphi_i(x)\,\varphi_i(y)}{\lambda_i}$,

où λ_i sont les valeurs caractéristiques et $\varphi_i(x)$ les fonctions fondamentales correspondantes du noyau $K(x, y)$, et posons

$$\frac{\varphi_i(x)}{\sqrt{\lambda_i}} = \Psi_i(x), \qquad \alpha_{ik} = \int_a^b \Psi_i(x)\,\Psi_k(x)\,A(x)\,dx.$$

Considérons le noyau élémentaire $T(xy) = A(x) \sum_{i=1}^{n} \Psi_i(x)\,\Psi_i(y)$, qui dépend de n et qui tend uniformément vers $N(xy)$ si n grandit indéfiniment. Le noyau itéré du second ordre est

$$T_2(xy) = A(x) \sum_{i,k=1}^{n} \alpha_{ik}\,\Psi_i(x)\,\Psi_k(y).$$

D'après un théorème de Cauchy ([3]) on peut trouver une transformation

---

([1]) J. Marty, *loc. cit.*

([2]) *Phil. Trans. R. Soc.*, 1909.

([3]) *Exercices de Math.*, 4e année, Paris, 1829, p. 159. Voir aussi : G. Kowalewski, *Einführung in die Determinanten-Theorie*, 1909, p. 275.

linéaire telle que

$$\Psi_i(x) = \sum_{j=1}^{n} d_{ij}\chi_j(x), \qquad T_2(xy) = \sum_{1}^{n} \beta_j \chi_j(x)\chi_j(y),$$

et avec

$$\sum_{1}^{n} \psi_i^2(x) = \sum_{1}^{n} \chi_i^2(x).$$

D'où

$$\beta_j = \int_a^b A(s)\chi_j^2(s)\,ds \qquad \text{et} \qquad \int_a^b A(s)\chi_i(s)\chi_j(s)\,ds = 0.$$

Ceci étant, on a

$$(\alpha) \qquad U_{2p}^2 - U_{2p-2}U_{2p+2} \leqq 0.$$

L'inégalité (α), d'après un raisonnement employé par M. Kneser à l'occasion de l'équation intégrale à noyau symétrique, prouve que l'*équation polaire* admet la valeur caractéristique λ_1 tel que

$$\lambda_1^2 = \lim \frac{U_{2p-2}}{U_{2p}} = \frac{1}{c}.$$

On a encore

$$(\beta) \qquad U_{2p+2q} \leqq U_{2p}U_{2q}, \qquad \lim_{p=\infty} \frac{U_{2p}}{c^p} = U \geqq 1.$$

Cette dernière remarque nous permet de montrer que $\frac{N_{2p}(xy)}{c^p}$ tend uniformément vers une limite $R(xy)$, qui n'est pas identiquement nulle et qui, regardée comme fonction de x, satisfait l'équation homogène

$$R(xy) - \frac{1}{c}\int_a^b N_2(xt)R(ty)\,dt = 0.$$

En effet on établit facilement l'inégalité

$$\left[\frac{N_{2p+2q}(xy)}{c^{p+q}} - \frac{N_{2p}(xy)}{c^p}\right]^2 \leqq \frac{K(xx)K(yy)}{c}\left[\frac{U_{4p+4q-2}}{c^{2p+2q-1}} - 2\frac{U_{4p+2q-2}}{c^{2p+q-1}} + \frac{U_{4p-2}}{c^{p-1}}\right].$$

On voit que les propriétés établies par M. Schmidt dans le cas du noyau symétrique s'étendent au noyau polaire envisagé.

Les mêmes conclusions subsistent pour le noyau $A(x)B(y)K(xy)$, où $K(xy)$ est continu et du type positif, introduit par M. Goursat.

PHYSIQUE. — *États correspondants par rapport à la température.* Note de M. **Thadée Peczalski**, présentée par M. E. Bouty.

I. Le système actuel des températures, quoique le plus simple possible, présente cet inconvénient que les différences exprimées en degrés ne sont pas équivalentes dans tous les domaines. On doit, en effet, considérer les différences des températures $(T_1 - T_2)$, $(T'_1 - T'_2)$, ... comme équivalentes quand les quotients tels que

$$\frac{T_1 - T_2}{T_1} \tag{1}$$

sont égaux.

La théorie des états correspondants nous indique comme équivalentes les différences de température exprimées en prenant pour unité de température la température critique des gaz considérés; par conséquent si T_1, T'_1, T''_1, ... indiquent les températures actuelles des différents gaz, T_2, T'_2, T''_2, ... leurs températures critiques, les différences $(T_1 - T_2)$ seront considérées comme équivalentes quand les quotients tels que

$$\frac{T_1 - T_2}{T_2} \tag{2}$$

seront égaux. Par suite les différences relatives aux températures ainsi réduites seront voisines des différences réelles [exprimées par (1)], et plus petites ou plus grandes suivant que T_1 est au-dessus ou au-dessous de la température critique.

II. L'équivalence des différentielles des températures est exprimée comme on sait par l'égalité des rendements élémentaires

$$dR = \frac{dT}{T} \tag{3}$$

Une échelle de température dans laquelle des intervalles égaux sont en même temps équivalents (*échelle différentielle*) doit satisfaire à la condition nécessaire et suffisante pour que sa différentielle soit proportionnelle à dR. En effet si un intervalle de température se compose de n parties dont chacune possède la propriété que nous venons d'énoncer, l'intervalle total la possède également; ceci est vrai pour une valeur quelconque de n, par conséquent

aussi pour $n = \infty$. Donc pour l'échelle différentielle (t), on a

$$a\,dt = \frac{dT}{T}; \tag{4}$$

en intégrant, on obtient l'échelle exponentielle des températures ([1]), liée à la température thermodynamique par la relation

$$T = T_0 e^{a(t-t_0)}. \tag{5}$$

a peut avoir une valeur quelconque. J'ai choisi la valeur 0,00312 pour a (*loc. cit.*), afin de représenter par 100° la température de l'eau bouillante et par 0° celle de la glace fondante.

Si l'intervalle $T_1 - T_2$ est infiniment petit, les expressions (1) et (2) sont égales; donc les températures réduites ne possèdent les propriétés des températures différentielles que dans un intervalle infiniment petit à partir des points critiques.

III. Considérons le cas général où l'échelle des températures est définie par

$$T = f(t), \tag{6}$$

d'où la température réduite

$$\Theta = \frac{f(t)}{f(t_{\text{critique}})}, \tag{7}$$

Θ donnera des valeurs des équivalences des intervalles de température différentes suivant l'expression de f. La correspondance des températures sera néanmoins conservée dans chaque échelle pour tous les gaz. Dans l'échelle exponentielle seule, la température réduite possède cette propriété que les équivalences des intervalles de température sont conformes à la théorie du rendement.

Pour cette échelle, la température réduite sera déterminée par

$$\Theta = e^{a(t_1 - t_2)} \tag{8}$$

(t_1 étant la température actuelle, t_2 la température critique) et le rendement aura pour expression

$$R = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - e^{a(t_2 - t_1)}. \tag{9}$$

([1]) *Comptes rendus*, t. 158, p. 1164, et *J. de Phys.*, t. IV, p. 286.

Par suite, chaque fois que $t_1 - t_2$ aura la même valeur, (8) et (9) prendront aussi les mêmes valeurs. Ceci indique que les équivalences entre les deux définitions réduite et thermodynamique (basée sur le rendement) sont identiques dans l'échelle exponentielle, alors qu'il n'en est pas de même dans l'échelle actuelle. A ce point de vue, on peut appeler les températures exponentielles *des températures réduites générales*. Dans cette échelle, la température réduite s'obtient par un simple déplacement du zéro (en prenant pour zéro de température, la température critique du gaz considéré), la valeur du degré ne change jamais.

CHIMIE BIOLOGIQUE — *Analyse quantitative gravimétrique de l'urée dans le sang.* Note [1] de MM. **R. Fosse, A. Robyn** et **F. François**, présentée par M. E. Roux.

L'un de nous a récemment fait connaître quels sont, au double point de vue de l'approximation numérique et de la pureté du précipité, les résultats obtenus en dosant pondéralement sous la forme de sa combinaison xanthylée

$$O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH - NH - CO - NH - CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O$$

de très petites quantités d'urée

$$0^g{,}002 \quad \text{et} \quad 0^g{,}0025$$

prises à des solutions aqueuses dont le titre oscillait entre $0^g,100$ et 1^g.

L'application de cette méthode au dosage de l'urée dans le sang fera l'objet de la présente Note.

L. Hugounenq et A. Morel [2] ont déjà utilisé avec succès le xanthydrol dans ce but. Ces auteurs précipitent l'albumine du sérum par l'alcool, concentrent au bain-marie la majeure partie du filtratum, portent le résidu liquide à un volume connu au moyen d'alcool à 25°, d'acide acétique contenant 1^g de xanthydrol et enfin d'alcool à 95°. Après 24 heures, ils recueillent le précipité et à son poids ajoutent un chiffre correcteur.

Notre méthode, dont la durée d'exécution n'excède pas 2 heures, consiste à précipiter directement l'urée du sérum, dépouillé à froid de ses protéiques.

---

[1] Présentée dans la séance du 27 juillet 1914.

[2] L. Hugounenq et A. Morel, *C. R. Soc. Biol.*, 17 mai 1913 et 14 mars 1914.

Élimination des albuminoïdes du sérum. — Il est possible de condenser l'urée et le xanthydrol au sein du sérum, dissous dans une quantité suffisante d'acide acétique. Mais l'uréine ainsi formée est impure, elle englobe de l'albumine que des lavages prolongés sont impuissants à lui enlever.

L'analyse révèle encore que ce corps possède une teneur azotée notablement supérieure à la théorie, si l'on opère sur du sérum imparfaitement désalbuminé, tel qu'il se présente, par exemple, après 1 heure de chauffage à 70°-80° avec son volume d'eau acétique à 1 pour 100 sans addition de matières salines.

Comme l'urée dixanthylée ne retient plus sensiblement d'albumine lorsqu'elle provient du sérum traité par l'iodomercurate acétique de Tanret, nous avons adopté ce réactif en augmentant sa concentration afin de faciliter les manipulations.

Réactif de Tanret modifié.

Chlorure mercurique	$2^{g},71$
Iodure de potassium	$7^{g},2$
Acide acétique cristallisable	$66^{cm^3},6$
Eau, quantité suffisante pour	100^{cm^3}

Milieu de précipitation de l'uréine.

Solution aqueuse d'urée	1^{cm^3}
Acide acétique cristallisable	2^{cm^3}
Solution méthylique de xanthydrol à $\frac{1}{10}$	$3 \times \frac{1}{20}$

Mode opératoire. — On introduit, à l'aide d'une pipette graduée, 10^{cm^3} de sérum et 10^{cm^3} du réactif mercurique, dans un tube à centrifuger [1]. Le produit, intimement mélangé à l'aide d'une baguette de verre, soumis à la force centrifuge, donne 17^{cm^3} de liquide environ. Une fiole conique à bec reçoit successivement une partie aliquote de ce dernier, 15^{cm^3}, mesurés à l'aide d'une pipette; le même volume d'acide acétique cristallisé et enfin une quantité de xanthydrol méthylique égale à $\frac{1}{20}$ du volume total, c'est-à-dire, ici, $1^{cm^3},5$.

Après 1 heure de condensation, on essore à la trompe. Cette partie du dosage est aisément praticable et nécessite à peine 15 minutes si l'on utilise l'appareil déjà décrit. Celui-ci est formé d'une calotte sphérique en argent, percée de petits trous, très nombreux, et d'un entonnoir de même métal, soudés par la circonférence de leur base, la concavité du diaphragme tournée vers l'extérieur.

---

(1) On peut aussi effectuer ces mesures et opérer sur des volumes différents, à l'aide de burettes à robinets graduées à $\frac{1}{20}$ de centimètre cube. Dans le but d'utiliser le plus grand volume possible de sérum et du mélange déféqué, nous avons trouvé très commode de faire usage de burettes portant le zéro de la graduation au voisinage de la douille et sur une partie rétrécie.

Le filtre en papier parcheminé Schleicher, fendu suivant un rayon, imbibé d'acide acétique à 50 pour 100, est appliqué sur la calotte dont il épouse intimement la surface, grâce à un léger empiètement de l'un de ses bords rectilignes sur l'autre.

On verse la bouillie cristalline vers le centre du filtre, de manière à en recouvrir constamment une même surface, peu étendue, égale au plus à celle d'une pièce de 2^{fr}, s'il s'agit de sérum humain normal.

Après lavage à l'alcool, on porte quelques minutes à l'étuve le filtre et son précipité. Celui-ci s'en détache spontanément par dessiccation sous la forme d'un petit disque qu'on reçoit dans une capsule de platine tarée ou directement sur le plateau de la balance d'analyse.

Calcul du résultat. — L'urée correspondant à la partie aliquote dosée est égale au poids d'uréine trouvé divisé par 7. Si l'on suppose, ce qui n'est pas absolument exact, que le volume du sérum déféqué, dosé, correspond à la moitié de son volume de sérum, on commet, en basant les calculs sur cette donnée, une erreur *par excès*, qui n'affecte cependant que la deuxième ou la troisième décimale du titre.

La valeur du titre par litre, ainsi calculée devient

$$\frac{\text{Poids d'uréine}}{7} \times \frac{20}{15} \times 100^{g}.$$

Quoique la faible erreur ainsi commise par excès soit sans signification au point de vue clinique, nous montrerons cependant comment il est possible de l'éviter.

MINÉRALOGIE. — *Sur la constitution minéralogique de l'île Jenny (Antarctique).* Note de M. E. GOURDON.

La petite île Jenny, située par 67°45′ de latitude sud et 70°50′ de longitude ouest de Paris, au voisinage immédiat de l'île Adélaïde, est la terre la plus extrême, dans le secteur sud-américain de l'Antarctique, sur laquelle on ait pu jusqu'ici effectuer un débarquement. La deuxième Expédition antarctique française, commandée par le Dr Charcot, y a séjourné pendant quelques jours en 1909 et j'ai pu y faire une ample récolte de roches que je viens d'étudier dans le Laboratoire de Minéralogie du Muséum.

De très petite étendue, puisqu'elle n'atteint pas 5^{km} de plus grand diamètre, elle se présente sous l'aspect d'une sorte de double cône montagneux, dont les deux massifs accolés s'élèvent l'un à 396^{m}, l'autre à 498^{m} de hau-

teur. Une ceinture d'éboulis forme le rivage où se remarquent, sur le versant nord, des cordons littoraux ainsi qu'une terrasse côtière extrêmement régulière. La glaciation y est peu intense, tant à cause de la déclivité des pentes que grâce au délitement des roches et à leur couleur sombre qui facilite la fusion des neiges.

Au point de vue pétrographique, l'île est constituée par un massif de gabbro injecté de filons très nombreux et parfois très épais. Ceux-ci peuvent être groupés en deux types : l'un, plus voisin du gabbro, se rapporte à des andésilabradorites; l'autre, plus acide, à des andésites.

Ce gabbro (*a*) est une roche mésocrate, grenue, holocristalline; les surfaces exposées à l'air sont brunies et parsemées de taches rougeâtres ferrugineuses; d'autres fois, elles sont recouvertes d'une croûte verte d'atacamite. L'examen microscopique montre un assemblage de cristaux xénomorphes de labrador basique $Ab_3 An_4$ et de cristaux d'augite pâle, accompagnés d'amphiboles : l'une, verte, non pléochroïque, due à l'ouralitisation; l'autre, brune, pléochroïque, sur l'origine de laquelle on peut discuter. La titano-magnétite est dispersée dans la roche sous forme de grains ou d'inclusions dendritiques. Il y a très peu de quartz.

Les andésilabradorites sont caractérisées par leurs plagioclases basiques qui varient du labrador à la bytownite; leur cristallinité est généralement assez élevée et les phénocristaux de feldspath atteignent, dans certains filons (*b* et *c*), près de 1^{cm} de côté. L'augite, en partie ouralitisée, y est constante et même souvent assez abondante pour qu'on puisse qualifier la roche d'andésilabradorite augitique (*b* et *c*); on passe ainsi aux basaltes doléritiques représentés par une roche grise (*e*), à structure ophitique, où l'augite se trouve en grains mêlés à ceux de titano-magnétite ou bien remplit les intervalles entre les microlites feldspathiques.

Dans la série des roches filoniennes plus acides, nous trouvons encore tous les types de structure, depuis les véritables diabases (*f*) jusqu'aux roches compactes entièrement microlitiques (*g*); ces dernières se classent parmi les andésites, le type le plus acide étant une roche (*h*), gris clair, à faciès trachytique, caractérisée par la présence de nombreuses baguettes de hornblende dont la longueur dépasse 1^{cm}.

Les analyses suivantes ont été faites par M. Lassieur (L.) et par M. Boiteau (B.).

a, gabbro (B.); *b*, andésilabradorite augitique (L.); *c*, andésilabradorite augitique (L.); *d*, andésilabradorite (L.); *e*, basalte doléritique (B.); *f*, diabase (L.); *g*, andésite (B.); *h*, andésite acide (B.).

	a.	*b*.	*c*.	*d*.	*e*.	*f*.	*g*.	*h*.
SiO^2.....	48,50	50,55	52,02	49,48	49,29	51,56	55,15	60,19
Al^2O^3....	19,26	18,44	18,26	18,00	16,65	17,95	17,56	16,12
Fe^2O^3...	4,24	5,29	3,55	3,91	5,39	3,46	4,12	3,97
FeO.....	5,26	5,87	6,92	3,30	5,68	6,93	4,46	3,07
MgO....	4,63	4,45	4,08	6,48	5,49	5,54	3,37	2,14
CaO.....	12,86	8,39	7,93	9,75	9,64	7,05	6,94	4,35
Na^2O....	2,02	3,54	3,84	2,55	2,79	3,56	3,18	5,22
K^2O.....	1,06	0,53	0,31	0,66	0,79	1,28	1,31	1,97
TiO^2....	1,32	1,32	1,40	0,79	1,99	1,34	1,57	1,15
P^2O^5....	0,19	0,35	0,51	0,17	0,46	0,10	0,21	0,30
H^2O.....	0,50	1,23	1,44	5,23	1,62	1,58	1,88	1,38
	99,84	99,96	100,26	100,32	99,79	100,35	99,75	99,86
	II.5.4.4-5	II.5.4.4-5	II.5.4.4-5	II.5.4.4	II.5.4.4-5	II.5.3.4	II.4.3.4	II.4.2.4

Les chiffres de la dernière ligne indiquent la place de ces roches dans la classification chimico-minéralogique.

Les deux analyses suivantes se rapportent à des gabbros provenant d'îlots très voisins de l'île Jenny; ce sont des roches plus leucocrates, plus riches en feldspath et celui-ci est plus basique, ce qui est la conséquence de l'augmentation de la chaux et de l'alumine et la diminution des alcalis quand on les compare au gabbro de l'île Jenny.

k, gabbro de l'île Léonie. (L.). II.5.5.5.
l, gabbro de l'île Webb. (B.). II.5.4.5.

	SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	TiO^2.	P^2O^5.	H^2O.	Total.
k......	47,51	23,03	1,08	4,00	6,69	15,08	1,41	0,22	0,38	0,00	0,98	100,38
l......	48,11	23,08	2,29	3,28	5,55	14,53	1,81	0,23	0,33	0,06	0,88	100,15

ANATOMIE COMPARÉE. — *Observations sur l'étude du développement phylogénique des parties molles et des parties dures de l'organisme.* Note de M. **J. Chaine**, transmise par M. Edmond Perrier.

Dans une Note précédemment communiquée à l'Académie des Sciences [1], j'ai montré que l'état présenté par un organe quelconque d'un être aujourd'hui vivant ne pouvait pas être considéré comme un stade

[1] J. Chaine, *Sur une erreur d'interprétation assez fréquente en Anatomie comparative* (*Comptes rendus*, t. 158, 29 juin 1914, p. 2011).

par lequel serait passé l'organe homologue d'un autre animal plus haut placé que lui dans l'échelle zoologique, au cours de son développement phylogénique.

Si donc on ne fait appel qu'à la constitution même des organismes actuels, il est impossible de déterminer d'une façon *exacte* les dispositions successives qu'a présentées un organe durant son évolution, puisque ces dispositions ont été réalisées chez des êtres qui n'existent plus aujourd'hui et que, par suite, elles nous sont et nous seront totalement inconnues. Tout au plus pouvons-nous avoir des indices sur ce qu'a pu être ce développement phylogénique; le reste n'est qu'hypothèses. Mais il est à remarquer que, les notions acquises par l'Anatomie étant complétées par l'étude des développements ontogéniques, ce qui vient fort heureusement combler quelques lacunes, ces hypothèses peuvent, dans certains cas, suivre d'assez près la vérité; à moins de hasard, elles ne l'atteignent cependant pas, l'ontogénie ne reproduisant pas toujours très exactement ce qui s'est passé au cours du développement phylogénique par suite de falsifications de quelques stades initiaux, la suppression ou l'intercalation de certains autres.

Telle est la seule façon d'envisager la question pour les parties molles (muscles, etc.) de l'organisme, parce que ces parties sont périssables en même temps que les êtres. Pour les parties dures (os, etc.), il en est tout autrement.

Les parties dures persistent plus ou moins longtemps après la mort de l'animal auquel elles ont appartenu et, dans des conditions favorables, se conservent dans le sol où elles se fossilisent. On peut, par suite, étudier ces restes lorsqu'on les possède et déterminer leurs caractères; certains de ces restes, appartenant bien entendu au même organe, peuvent être rangés en séries régulières remontant très loin dans le passé [1]; il est à noter qu'il peut y avoir des interruptions dans ces séries, par suite de l'absence d'éléments encore inconnus aujourd'hui. Une grande attention doit être apportée à la constitution des séries et les données fournies par l'étude des restes fossiles doivent être complétées par des recherches d'Embryogénie et d'Anatomie comparative, afin d'éviter la formation de fausses lignées, comme cela a malheureusement été fait.

Par l'ensemble des renseignements donnés par la Paléontologie, l'Embryologie et l'Anatomie, on peut ainsi arriver à déterminer assez rigoureusement la phylogénie des organes durs envisagés, puisqu'on possède

(1) La connaissance de l'âge du terrain dans lequel ces restes ont été trouvés est un moyen de contrôle de la place qui leur est assignée dans les séries ainsi formées.

pour eux la physionomie exacte de certains stades, les séries paléontologiques formées renfermant, sans conteste, quelques restes de certains ancêtres de l'animal étudié.

Mais, outre qu'elle nous aide à déterminer assez bien la phylogénie des organes durs, l'étude des restes fossiles a une autre conséquence. Il ne faut pas oublier, en effet, que certaines lois biologiques (lois de corrélation, etc.) ont permis de fixer la constitution et l'aspect que devaient revêtir des animaux aujourd'hui disparus.

Aussi si l'on compare attentivement les restes fossiles aux organes durs des animaux maintenant vivants, non seulement on détermine les ressemblances et les différences qu'ils présentent; mais, de ces premiers résultats et de ce que l'on connaît de l'organisation des êtres actuels, on peut en déduire *approximativement*, car on n'a aucun moyen sûr de contrôle à sa portée, ce que devait être la disposition de certaines parties molles de ces êtres anciens (des muscles, par exemple).

En rapprochant ensuite ces faits des résultats fournis par la dissection et l'embryogénie de ces mêmes parties molles chez les animaux vivants, on peut constituer, pour les organes mous, des séries plus exactes que si l'on n'avait pas fait appel à l'étude des restes fossiles. Mais je tiens à faire remarquer la part d'hypothèse qui peut entrer dans ces conclusions; il est cependant bon d'ajouter que, plus nous avançons, plus nombreuses sont les données que possède la Science et, par suite, plus exactes sont nos déductions. Quoi qu'il en soit les conclusions qu'on peut tirer de ce genre de travail ne doivent jamais être trop hâtives; on ne s'entoure jamais de trop de prudence.

En résumé, au point de vue de l'étude du développement phylogénique des organes, deux groupes bien distincts doivent être établis parmi ceux-ci. Pour l'un (parties dures), nous possédons des données indiscutables, tangibles, qui nous sont fournies par les restes fossiles que nous pouvons étudier directement et qui constituent ainsi des points de repère dont l'importance ne saurait être contestée; pour l'autre (parties molles), nous n'avons que des renseignements imprécis, approximatifs si l'on préfère, dont les uns sont fournis par l'embryogénie et l'anatomie (copies plus ou moins approchées de l'état réel autrefois présenté) [1] et les autres par le raisonnement et l'hypothèse.

---

[1] Voir ma précédente Note.

ANTHROPOLOGIE. — *Analyse comparative de quelques grandeurs du corps chez les Bulgares des deux sexes.* Note de M. **Eugène Pittard**, présentée par M. A. Laveran.

L'étude anthropologique des Bulgares a fait quelques progrès dans ces dernières années (notamment avec les enquêtes de Wateff), mais elle est loin d'être ce que nous désirerions qu'elle soit. Ce qui manque presque complètement, à cette étude, ce sont des documents somatologiques féminins, qui permettraient une analyse comparative entre les sexes.

Au cours de cinq voyages dans la Péninsule des Balkans, j'ai mesuré un grand nombre de Bulgares. Ma série masculine est composée de plusieurs centaines d'individus; ma série féminine compte 51 sujets.

La rareté des documents somatologiques concernant les femmes bulgares, d'un côté; d'un autre côté, le fait que je possède, pour chaque individu, un nombre assez grand de mesures (toutes prises par moi-même) permettant ainsi des comparaisons étendues, m'autorisent à présenter cette Note.

J'ajoute que la plupart des sujets examinés l'ont été dans la Dobrodja, où les colonies bulgares sont nombreuses.

L'analyse, dont voici le résumé, expose les principaux caractères comparatifs du corps, du crâne et de la face, dans les deux sexes :

La différence sexuelle de la taille, chez les Bulgares (de Dobrodja) est d'environ 13^{cm}. Cette différence est plus élevée que celle habituellement signalée, chez les groupes ethniques de taille moyenne.

Le buste est relativement plus développé (ce qui est normal) chez les femmes que chez les hommes (grandeurs absolues du buste : hommes $881^{mm},8$; femmes $815^{mm},6$; longueur des jambes : hommes $785^{mm},2$; femmes $720^{mm},4$).

Les bras sont, relativement à la taille, moins longs chez les femmes que chez les hommes.

Le crâne, dans son diamètre antéro-postérieur maximum et dans son diamètre transversal, est, relativement à la taille, plus développé chez les femmes que chez les hommes.

Il en est de même de la largeur du front (frontal minimum).

La hauteur du crâne est à peu près la même dans les deux sexes. Elle est plus petite chez la femme, si, à la place de la taille, on emploie le buste comme terme de comparaison.

La plus grande largeur du visage, représentée par le diamètre bizygomatique, est, relativement à la taille, légèrement plus grande chez les femmes. Tous les segments verticaux sont, au contraire, plus développés chez les hommes. Les femmes bulgares

ont la longueur du nez et la largeur de cet organe relativement plus petites que celles des hommes; la différence, pour ce qui concerne la longueur, est très faible.

L'indice nasal indique que les femmes sont plus souvent leptorrhiniennes que les hommes et moins souvent mésorrhiniennes. Les types platyrrhiniens sont exceptionnels dans les deux sexes.

Les femmes bulgares ont un indice céphalique moins élevé (78,77) que celui des hommes (79,88); elles sont aussi, notablement, plus souvent dolichocéphales. L'oreille est relativement moins développée, dans ses deux dimensions principales, chez les femmes que chez les hommes.

Les femmes bulgares ont le diamètre biangulaire interne absolument plus développé que celui des hommes (rapport à la taille : hommes 1,8; femmes 2,05). La longueur de l'ouverture palpébrale est relativement plus grande chez les femmes que chez les hommes (rapport : 1,95 d'un côté et 2,00 de l'autre). La bouche est relativement moins développée chez les femmes que chez les hommes. Si nous cherchons, en comparant des grandeurs *absolues*, quels sont entre les deux sexes les rapports de la taille et de ses segments et ceux du crâne et de la face, nous trouvons :

Si l'homme égale 100, la femme bulgare égale :

Par la taille totale	92,12
Par la hauteur du buste	92,5
Par la longueur des jambes	91,7
Par la grande envergure	91,6

Crâne.

Par le diamètre antéro-postérieur	95,9
Par le diamètre transversal	94,7
Par le diamètre métopique	96,5
Par la largeur du front	96,5
Par la hauteur du crâne	92,1

Face.

Par la largeur bijugale	94,6
Par la largeur bizygomatique	93,7
Par la hauteur ophryo-mentonnière	90,3
Par la hauteur ophryo-alvéolaire	90,9
Par la hauteur ophryo-nasale	91,3
Par la longueur du nez	91,8
Par la largeur du nez	89,4
Par la longueur de l'oreille	91,2
Par la largeur de l'oreille	90,4
Par le diamètre biangulaire externe	96,1
Par le diamètre biangulaire interne	100,4
Par la longueur de l'ouverture palpébrale	94,1
Par la longueur de la bouche	89,9

En tenant compte de ces diamètres absolus seulement, nous pouvons dire que les femmes bulgares se rapprochent le plus des hommes du même groupe ethnique, d'abord par les dimensions de leur crâne (la hauteur exceptée) et spécialement par le diamètre métopique et le diamètre frontal; puis vient le diamètre biangulaire externe. Les femmes bulgares s'éloignent le plus des hommes d'abord par la largeur du nez, la longueur de la bouche, la hauteur totale de la face et, d'une manière générale, par les différents segments du visage.

Il est à remarquer que le diamètre biangulaire interne des femmes bulgares est, d'une manière absolue, plus développé que celui des hommes.

Les constatations ci-dessus sont à rapprocher de celles du même ordre obtenues sur d'autres groupes humains [1].

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Essai d'un schéma physique de l'hémiperméabilité des cellules vivantes aux ions.* Note de M. **Pierre Girard**, présentée par M. A. Dastre.

Soit une solution d'un électrolyte dissocié, Na Cl par exemple, diffusant dans l'eau; la théorie de Nernst fait intervenir dans le déplacement des ions deux forces, la poussée osmotique et le champ électrostatique qu'engendre l'inégale mobilité des deux ions de l'électrolyte. Sous l'action de ce champ, le déplacement des ions de moindre mobilité (Na) se trouvera favorisé, celui des ions plus rapides (Cl) sera contrarié, en sorte qu'un même nombre d'ions des deux signes, franchira dans le même temps le front de diffusion ; il ne saurait en être autrement puisqu'il n'apparaît nulle part d'accumulation de charges.

Bien entendu, cet équilibre électrostatique entre les ions des deux signes reste vrai en tout état de cause; mais si au lieu d'envisager une solution d'un seul électrolyte diffusant dans l'eau, nous envisageons un mélange de deux électrolytes, il n'est pas absurde de faire l'hypothèse que la valeur et la constitution du champ électrostatique de diffusion soient telles que les deux ions d'un des deux électrolytes dissociés ne diffusent plus en quantités égales.

[1] On peut déjà remarquer que les différences sexuelles que nous venons de relever ne sont pas les mêmes dans les divers groupes ethniques. Voir notre Note sur les Tatars (*Comptes rendus* du 22 septembre 1913).

Nos expériences ont porté sur le $BaCl^2$ en solution acide et alcaline. Nous avons été guidé, dans ce choix, par la facilité que nous offre la méthode néphélémétrique, de doser conjointement le chlore et le baryum diffusés.

Il est à peine besoin de dire que, dans le cas où une solution de $BaCl^2$ neutre diffuse dans de l'eau, les deux ions Ba et Cl diffusent bien en nombre égal conformément à la théorie de Nernst.

Mais il en va tout autrement quand une solution de $BaCl^2$ acidulée par $NO^3H\left(\frac{1}{6}n\right)$ diffuse dans l'eau. Dans ces conditions, les ions H les plus rapides communiquent à l'eau une charge positive, puis viennent en retrait les ions Cl et NO^3, enfin les ions Ba; il est assez difficile de spéculer sur les actions électrostatiques qui, dans ces conditions, s'exercent entre les ions, mais toujours est-il qu'il diffuse dans l'eau environ 7 fois plus de baryum que de chlore; si nous reprenons l'expérience en intercalant entre l'eau neutre et la solution acide de $BaCl^2$ une membrane de baudruche de $\frac{1}{10}$ de millimètre d'épaisseur, c'est le passage du chlore qui se trouve cette fois notablement favorisé; il diffuse dans l'eau en effet 5 fois plus de chlore que de baryum. Ce résultat s'explique fort bien si nous déterminons par la méthode de compensation, le voltage du système liquide : électrode normale, $BaCl^2$ acide, eau, électrode normale; la somme algébrique de ces différences de potentiel est égale à $+0^v,075$; l'interposition de la membrane entre l'eau et la solution acide de $BaCl^2$ inverse le signe de la somme des différences de potentiel qui devient égale à $-0^v,025$. Tout se passe en un mot comme si la membrane était polarisée et devenue le siège d'une différence de potentiel supérieure à celle du couple liquide et orientée de sens inverse. L'orientation du champ auquel sont soumis les ions se trouvant inversée, il devient explicable que ce soit cette fois le passage des ions Cl qui soit favorisé.

Si au lieu d'acidifier, nous alcalinisons avec de la soude la solution de $BaCl^2$, diffusant dans l'eau pure, les ions OH plus mobiles communiquent à l'eau une charge négative; en retrait viennent les ions Cl, puis les ions Na^+ et Ba^+. Dans ces conditions, ce sont les ions Cl qui diffusent vers l'eau en quantité prépondérante; une membrane mince interposée entre la solution et l'eau pure se polarise énergiquement, et le champ de polarisation, ayant une orientation inverse du champ électrostatique de diffusion, c'est le passage des ions de signe inverse, c'est-à-dire des ions Ba^+, qui se trouve ici favorisé.

Si nous cloisonnons les couples liquides : eau, solution acide ou alcaline

de $BaCl^2$ avec une membrane de $0^{mm},5$ d'épaisseur, les débits des deux ions Cl et Ba s'égalisent.

Rien n'est changé à la polarisation de la membrane qui est indépendante de son épaisseur; mais si la différence de potentiel dont elle est le siège est la même, le champ est réduit au $\frac{1}{20}$.

Les schémas proposés de cette remarquable propriété, qui est l'hémiperméabilité des membranes, se rapportent aux liquides purs. On connaît notamment l'élégant schéma de Nernst. Relativement aux électrolytes, Ostwald a émis cette idée qu'il convenait de parler de *l'hémiperméabilité des membranes aux ions et non pas aux molécules*; mais sur le mécanisme même de cette hémiperméabilité, il ne fournit aucun éclaircissement; il tire seulement du principe posé une conclusion qui est la polarisation de la membrane, polarisation dont il donne d'ailleurs l'expression en faisant nulles les vitesses de transport des ions U et V dans l'équation des forces électromotrices des couples liquides $E = \frac{U+V}{U-V} RT \text{ en } \frac{c_1}{c_2}$ (R constante des gaz, T température absolue, c_1 et c_2 concentrations des solutions). Nous pensons qu'il convient d'inverser la proposition d'Ostwald; c'est au contraire l'état de polarisation de la membrane qui lui communique une hémiperméabilité relative seulement, il est vrai, à cause de la baisse progressive de l'état de polarisation.

Dans nos expériences, cette polarisation diffère profondément quant au mécanisme de celui imaginé par Ostwald; elle est un cas particulier des phénomènes d'électrisation de contact décrits par M. Jean Perrin; elle est conditionnée par la présence dans l'un au moins des deux milieux que la membrane sépare, d'ions actifs au point de vue de l'électrisation de contacts (ions H et OH notamment). Elle est proportionnelle à la chute de concentration de ces ions actifs de part et d'autre de la membrane. Elle s'obtient sans source électrique extérieure au système; elle ne varie pas proportionnellement à T, mais comme l'inverse du coefficient de viscosité (rendu égal) des deux milieux qu'elle sépare.

Ces faits nous paraissent jeter quelque clarté sur le mécanisme des échanges d'électrolytes entre les cellules vivantes et leur milieu.

Les déterminations de Gürber, de Hambürger, Kœppe, etc., et les nôtres, montrent que la perméabilité des globules rouges du sang, pris comme type de cellules vis-à-vis des ions des deux signes d'un même sel, est extrêmement différente et dépend de la réaction du milieu.

Il nous paraît extrêmement probable que le mécanisme de cette perméabilité, inégale aux deux ions variable pour un ion donné avec la réaction du

milieu, est analogue à celui mis en jeu dans les expériences que nous venons de décrire. Il est de nature électrostatique. A la limite du liquide cytoplasmique et du milieu de suspension, le champ électrique de diffusion a une valeur et une orientation données. Quelque représentation qu'on se fasse de la structure histologique des hématies, ces deux milieux sont séparés par une paroi (les processus osmotiques, dont les globules sont le siège, ne sauraient s'expliquer sans elle) qui doit être le siège d'une différence de potentiel; le signe des charges dont est revêtue la face externe de cette paroi (que baigne le milieu de suspension) nous est révélé par le déplacement des globules soumis à l'action d'un champ; négative dans un milieu neutre, cette charge s'inverse lorsqu'il contient un léger excès d'ion, H; et un léger excès d'ions OH accroît la densité des charges normalement négatives.

PATHOLOGIE. — *Vaccination contre le venin de l'*Heloderma suspectum *Cope, avec ce venin lui-même et avec la cholestérine.* Note [1] de Mme **Marie Phisalix**, présentée par M. Edmond Perrier.

Continuant la comparaison commencée dans des notes précédentes [2] entre le venin de l'Hélodermc et celui des Serpents, notamment avec le venin de la Vipère aspic, j'ai recherché : 1° si le venin entier, tel que le lézard l'inocule en mordant, peut être employé comme vaccin; 2° si la chaleur l'atténue ou en change les propriétés; 3° si la cholestérine peut créer contre le poison du lézard une immunité comparable à celle qu'elle confère vis-à-vis du venin de quelques serpents (non de tous), comme la Vipère aspic et la Vipère de Russell.

Pour résoudre ces diverses questions, quatre séries, de chacune trois cobayes, ont été préparées comme il suit :

---

[1] Présentée dans la séance du 20 juillet 1914.

[2] Mme Phisalix, *Effets de la morsure d'un Lézard venimeux d'Arizona, l'*Heloderma suspectum *Cope* (*Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 1790). — *Effets mortels réciproques des morsures de l'*Heloderma suspectum *et de la Vipère aspic, et caractères différentiels de leurs venins* (*Bulletin du Musée d'Histoire naturelle*, n° 6, 1911). — *Immunité naturelle du Hérisson vis-à-vis du venin de l'*Heloderma suspectum (*Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 1434). — *Structure et travail sécrétoire de la glande venimeuse de l'*Heloderma suspectum (*Bulletin du Musée d'Histoire naturelle*, 1912, p. 184; *Pl. III, IV* et *V*).

Première série. — Des animaux du poids de 300g à 400g, reçoivent par injections péritonéales faites à six jours d'intervalle, deux inoculations de venin d'Héloderme, la première correspondant à 2mg, la deuxième à 3mg de venin, pesé sec. 3mg est la dose sûrement mortelle pour un cobaye du poids des animaux d'expérience.

Le venin est recueilli au moyen d'une pipette dans le sillon gingival de la mandibule, au niveau des orifices des canaux excréteurs de la glande venimeuse. On le dessèche rapidement à une chaleur douce dans un verre de montre taré avant l'emploi. On pèse le résidu sec et on le redissout dans l'eau distillée stérilisée à la concentration de $\frac{1}{1000}$, on filtre ensuite sur papier, et l'on ajoute de l'éther en quantité assez grande pour qu'il en reste une couche surnageante. Après 24 heures de séjour à la glacière, le liquide est aseptisé; il suffit d'évaporer l'éther pour n'avoir pas à considérer l'action propre et d'ailleurs fugace de ce dernier.

Deuxième série. — Les cobayes reçoivent les mêmes doses de venin que les précédents et aux mêmes intervalles; mais la solution venimeuse a été préalablement chauffée en pipette close au bain-marie à 80° pendant 5 minutes, conditions dans lesquelles le venin de la vipère aspic perd ses propriétés toxiques et garde ses propriétés vaccinantes.

Troisième série. — Les cobayes reçoivent les mêmes doses de venin maintenu en pipette close pendant 5 minutes dans l'eau bouillante, conditions dans lesquelles le venin de Vipère aspic perd jusqu'à son action vaccinante, tandis que le venin d'Héloderme, ainsi que l'avait déjà vu Van Denburg, garde toute sa toxicité.

Quatrième série. — Les cobayes reçoivent deux injections sous-cutanées à 6 jours d'intervalle, d'une solution saturée de cholestérine dans l'éther, la première injection correspondant à 10mg, la seconde à 15mg de cette substance. Ce sont les doses qui ont servi à C. Phisalix à immuniser des cobayes contre le venin de Vipère aspic.

6 jours après la dernière injection préparante, tous les cobayes ont été éprouvés par l'inoculation intra-péritonéale de 5mg de venin entier, dose qui correspond à près de deux fois la dose mortelle, aussi bien pour l'homme que pour le cobaye.

Les résultats de cette inoculation d'épreuve ont été les suivants :

Les cobayes préparés avec le venin entier et avec la cholestérine ont tous résisté; ils étaient donc immunisés contre une dose presque deux fois mortelle de venin d'Héloderme. Ceux qui avaient reçu le venin chauffé,

soit à 80°, soit à l'ébullition, sont tous morts, les uns, ceux de la deuxième série en moins de 2 heures, ceux de la troisième en 4 à 5 heures, avec une avance de 10 heures environ sur les témoins.

De l'ensemble de ces expériences il résulte :

1° Que le venin entier et la cholestérine se comportent comme des vaccins vis-à-vis du venin de l'Héloderme, quel que soit d'ailleurs, dans l'un comme dans l'autre cas, le mécanisme de la protection, que nous aurons à examiner séparément; et que la morsure du lézard peut, suivant la dose inoculée, créer une certaine immunité ou entraîner la mort des sujets mordus, comme des observations en sont relatées pour l'homme ;

2° Que le venin entier de l'Héloderme contient au moins deux substances actives indépendantes l'une de l'autre, l'une vaccinante, qui est déjà détruite par le chauffage à 80° prolongé pendant 5 minutes, l'autre toxique qui résiste à l'ébullition. Contrairement à ce qui se produit pour le venin de la vipère, le venin chauffé de l'Héloderme n'est pas un vaccin, et perd même par le chauffage les propriétés vaccinantes qu'il possède quand il est entier.

Les expériences déjà en cours fixeront les limites de la durée de l'immunité obtenue, soit avec le venin, soit avec la cholestérine.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur un microorganisme isolé dans la scarlatine.* Note de M. J. Cantacuzène, présentée par M. E. Roux.

On rencontre presque constamment sur la langue et dans la gorge des scarlatineux un microorganisme d'un étonnant polymorphisme, se colorant par la plupart des couleurs basiques d'aniline, chez lequel les méthodes de Romanowsky ou de Giemsa permettent de différencier les corpuscules chromatiques ayant les réactions de la chromatine nucléaire et une substance fondamentale intensément azurophile. Ces microorganismes se présentent tantôt sous forme d'individus isolés, tantôt sous celle de zooglées. Nous indiquons ci-après les aspects principaux sous lesquels on le rencontre. Dans les formes zoogléiques (*i*) et (*j*) les microorganismes sont groupés par 2, 4 ou 8 à l'intérieur de cavités creusées au sein d'une substance amorphe qui se colore par l'éosine.

Ce microorganisme est immobile; il se décolore après l'emploi de la méthode de Gram. Ses individus isolés varient de taille et peuvent descendre jusqu'à la limite de la visibilité.

Nous l'avons obtenu en cultures pures en l'isolant directement du contenu des vésicules miliaires qui viennent assez souvent compliquer l'éruption scarlatineuse. Dans l'intérieur de ces vésicules il se trouve en général à l'état de culture pure et n'est que fort rarement associé à des microbes banals de la peau.

On retrouve dans les cultures toute la série des formes décrites plus haut, et cela presque simultanément. Ses formes (a), (b), (c), (g), (i) dominent



cependant dans les cultures de 24 ou de 48 heures. Ses formes zoogléiques (j), (k) dominent dans les cultures âgées de plusieurs jours.

Ce microorganisme pousse de préférence à la surface des milieux solides auxquels on incorpore du sérum ou du sang défibriné. Sa première culture se développe lentement et apparaît au bout de 3 ou 4 jours sous forme d'un faible dépôt floconneux dans l'eau de condensation. Il est facile, en partant de ce dépôt, d'obtenir ensuite en 48 heures à la surface de la gélose-sérum une culture assez abondante, composée de colonies minuscules, absolument translucides, légèrement saillantes, d'aspect visqueux, peu adhérentes au substratum. Peu à peu elles se multiplient, forment à la

surface du milieu un enduit transparent, légèrement muqueux. Une fois la première culture obtenue, ce microbe pousse assez facilement sur agar ordinaire. L'addition de glucose semble favoriser son développement. Ensemencé sur gélatine, en profondeur, il la liquéfie avec une extrême lenteur. Il pousse très maigrement sous forme d'un faible dépôt floconneux, dans les milieux liquides qu'il ne trouble pas (eau peptonisée, bouillon-sérum, ascite pure). Le développement sur bouillon peptonisé est à peu près nul.

Il brunit fortement les milieux additionnés de sang qui, au bout de quelques jours, ont pris une teinte sépia foncé. Ce microorganisme a été rencontré par nous d'une façon constante sur la langue, dans la gorge et dans l'éruption miliaire des scarlatineux. Dans les organes on le rencontre à peu près constamment dans la rate et les ganglions, le plus souvent à l'intérieur des grandes cellules endothéliales des sinus : les formes prédominantes dans ce cas sont les formes bipolaires (*a*), les formes (*c*) et les formes (*f*) dans lesquelles la chromatine est disposée sous forme de croissant périphérique. On le trouve à l'état de destruction plus ou moins avancée dans les foyers inflammatoires si fréquents chez les scarlatineux à l'intérieur des amygdales, des ganglions trachéobronchiques et des alvéoles pulmonaires (pneumonie scarlatineuse). A ces différents niveaux, il est contenu à l'intérieur des leucocytes polynucléaires et souvent fort difficile à colorer. On le retrouve également dans les organes (rate, ganglions) de singes (macaques) et parfois de lapins, ayant reçu en injection sous-cutanée (ou intratesticulaire : lapin) une émulsion de rate ou de ganglions scarlatineux.

Ce microorganisme, inoculé en culture pure au *Macacus rhesus*, sous la peau dans le péritoine, ou par badigeonnage de la muqueuse nasale après cocaïnisation, détermine une maladie assez caractéristique, la même quel que soit le point d'inoculation : dès le lendemain de l'inoculation le système ganglionnaire s'hypertrophie d'une manière générale; au bout de 2-3 jours il existe une polyadénite (inguinale, axillaire, cervicale, sous-maxillaire) extrêmement prononcée : de gros ganglions, durs, bien isolés, roulant sous le doigt. Après une incubation variant de 2-9 jours, le plus souvent vers le 4e jour, il y a une ascension thermique de 1°-2°,5, la température pouvant s'élever jusqu'à 41°. La fièvre dure 1 ou 2 jours, puis descend en lysis. La polyadénite ne rétrocède pas et persiste des semaines. 5 ou 6 jours après l'inoculation apparaissent le plus souvent, mais pas toujours, des îlots plus ou moins circulaires, de la grandeur moyenne d'une pièce de 0^{fr},50, au niveau desquels l'épiderme desquame par petites écailles. Ces foyers de desquamation sont localisés surtout à la face interne des bras, au pli du coude, sur les flancs et la poitrine, parfois à la racine du nez. Ils reproduisent assez bien la topographie de l'éruption scarlatineuse chez l'homme. Pas de desquamation palmaire ou plantaire.

Ce syndrome (polyadénite, fièvre, desquamation par îlots) se repro-

duit avec la plus grande netteté lorsqu'on inocule à un singe bien portant la rate ou les ganglions d'un singe malade et sacrifié au moment de l'élévation thermique; le plus souvent l'animal guérit.

A l'autopsie des animaux infectés on trouve une rate hypertrophiée, dure, à hyperplasie folliculaire marquée; un foie gorgé de sang; des reins très hyperhémiés, présentant parfois des infarctus hémorragiques. Le système ganglionnaire (en particulier les ganglions mésentériques) est considérablement hypertrophié. Dans la rate, on retrouve le microorganisme décrit plus haut (frottis et cultures). Mis en présence de cultures pures de ce microorganisme (émulsion très diluée d'une culture sur gélose sérum de 48 heures) le sérum des malades convalescents de scarlatine présente un pouvoir fixateur des plus manifestes (bien que faible), alors que le sérum normal n'en présente aucun.

M. E. Favre adresse un Mémoire intitulé : *Nécessité de la suspension élastique des véhicules aériens.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

A 15 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 25 mai 1914.)

Note de M. *L. Bouchet*, Sur un dispositif manométrique pour l'étude des très petites déformations du caoutchouc :

Pages 1496 et 1497, Tableaux, *au lieu de* Durée du cycle, *lire* Durée du demi-cycle.

Page 1497 (formule), en dénominateur, *au lieu de* $R_0^2 R^2$, *lire* $R_0^2 - R^2$.

Même page, ligne 5 en remontant, *au lieu de* $1^{mm},426$, *lire* $1^{cm},426$, et *au lieu de* 109^{mm}, *lire* $1^{mm},09$.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 AOUT 1914.

PRÉSIDENCE DE M. P. APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Au nom de l'Académie, j'adresse à nos Correspondants de Belgique, M. Boulvin, à Gand, et M. Francotte, à Bruxelles, l'expression de notre fraternelle amitié et de notre profonde admiration pour la nation et pour l'armée belge.

M. **Georges Lemoine** donne lecture d'une *Notice sur* Louis Henry, *Correspondant de l'Académie des Sciences :*

Les relations d'amitié entre la Belgique et la France, si admirablement développées par les événements actuels, me font penser que le moment est venu de rendre ici un dernier hommage à l'un de nos plus éminents Correspondants belges, Louis Henry, mort il y a un peu plus d'un an, en 1913 (¹).

Louis Henry, né en 1834, a passé toute sa vie à l'Université libre de Louvain, d'abord comme étudiant, puis comme professeur de Chimie, à partir de 1863. Il avait été élu Correspondant de notre Académie des Sciences en 1905 et nommé Commandeur de la Légion d'honneur par le Gouver-

(¹) Des notices plus détaillées ont été insérées dans le *Bulletin de la Société chimique de France*, 1er semestre 1914, et dans les *Memorie della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei*, vol. XXXI.

nement français à la suite de l'Exposition de Bruxelles de 1910. Il avait toujours entretenu les plus cordiales relations avec nos savants français, particulièrement avec Wurtz et Berthelot. Il s'était associé avec enthousiasme, au nom de l'Académie royale de Belgique, à la manifestation de 1894, faite à l'occasion du centenaire de la mort de Lavoisier.

L'ŒUVRE SCIENTIFIQUE.

L'œuvre scientifique de Louis Henry a été consacrée presque exclusivement à la Chimie organique et dans ce vaste domaine ses travaux ont porté surtout sur les corps les plus simples, appartenant aux étages inférieurs, correspondant à 1, 2, 3 atomes de carbone dans la molécule. Ils présentent tous ce caractère de netteté qui est le propre du génie de la langue française.

Partout dans ces expériences, de même que dans celles de Friedel, on retrouve la pensée de poursuivre dans toutes ses conséquences les indications de la théorie atomique et de lui donner tous ses développements. Dès sa fondation par Wurtz, Cooper, Kékulé, etc., il en avait été un disciple convaincu et un apôtre zélé : je puis même dire qu'il a rempli le rôle de convertisseur vis-à-vis de certains de ses amis qui n'avaient pas eu la foi de la première heure, tant que les difficultés tenant aux anomalies et à l'insuffisance des densités de vapeur n'avaient pas été bien éclaircies.

A cette fondation de la Chimie moderne, Louis Henry a contribué pour une grande part. On ne saurait trop insister sur ce que, pour apprécier la valeur et la portée de ses recherches, il faut se reporter à l'époque où il les a faites.

Le résultat de cette activité incessante a été la publication de près de 200 Notes et Mémoires, disséminés dans différents périodiques, mais présentés surtout à l'Académie royale de Belgique : 60 environ ont été insérés dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* de Paris.

Ces recherches, quoique se rattachant les unes aux autres, ont été si nombreuses qu'il est malaisé d'en rendre compte d'une manière complète. Il faut insister surtout sur certains groupes dont l'importance est prépondérante.

Les expériences sur les *composés allyliques* et *glycériques* ont un intérêt tout spécial parce que, entre autres découvertes, elles en ont amené une de premier ordre, celle du dipropargyle (1872).

Ce corps a la même formule que la benzine, mais il en diffère par les

propriétés physiques et plus encore par les propriétés chimiques, capacité de saturation et stabilité. La benzine, résultant de la soudure de 3^{mol} d'acétylène, comme Berthelot l'a si bien montré, est extrêmement stable et n'est pas susceptible de se polymériser. Au contraire, le dipropargyle se polymérise facilement. Il fixe jusqu'à 8 atomes de brome, conformément aux indications de la théorie atomique, en donnant un corps magnifiquement cristallisé, l'octobromure de dipropargyle, qu'on a admiré dans toutes les expositions scientifiques.

Henry a pour ainsi dire épuisé l'étude de la série propargylique. Mais parmi les corps obtenus dans ces études laborieuses, il faut mentionner surtout l'alcool propargylique, aujourd'hui ordinairement appelé propiolique ($CH \equiv C - CH^2 - OH$), plus éloigné de la saturation que l'alcool allylique dont il dérive. Les alcools extraits de différents parfums sont venus se ranger près de l'alcool propargylique et en ont ainsi montré l'importance.

Parmi les nombreuses études de Louis Henry sur les *nitriles*, il faut signaler surtout la découverte du nitrile glycolique ($CN - CH^2 - OH$) homologue inférieur du nitrile lactique découvert dès 1867 par MM. Simpson et Armand Gautier.

Les *acides alcools*, appelés volontiers par Henry des *hermaphrodites* à cause de leur fonction mixte, l'ont beaucoup occupé dès l'introduction de cette notion en Chimie. Il fut ainsi amené de très bonne heure à faire une étude approfondie du *lactide*, dérivé de l'acide lactique par déshydratation. En déterminant sa densité de vapeur (1874), il établit définitivement sa formule.

L'*identité de valeur des quatre unités d'action chimique du carbone* a été démontrée expérimentalement par Louis Henry : Nernst, dans son *Traité de Chimie générale* (traduction française par Corvisy, t. I, p. 338) a insisté sur l'importance de ce travail. Les expériences ont porté sur deux dérivés distincts : le nitrométhane $CH^3(NO^2)$ et le cyanométhane ou acétonitrile ($CH^3 - CN$). En appelant α, β, γ, δ les quatre atomes d'hydrogène du méthane CH^4, on a pu introduire par d'ingénieuses réactions le groupe substituant NO^2 ou CN aux places α, β, γ, δ; l'expérience a montré que les corps ainsi obtenus par des procédés différents sont identiques.

Une série d'études sur la *solidarité fonctionnelle et les relations de volatilité* dans les composés carbonés forme la partie vraiment philosophique de l'œuvre de Henry : elle n'a cessé d'exercer ses méditations. Il aurait voulu coordonner dans une grande synthèse les relations entre les propriétés des corps organiques et leur constitution indiquée par la théorie

atomique. Il est mort sans être arrivé à une coordination générale; mais par une multitude de rapprochements curieux, il a apporté des contributions très importantes à l'édifice qu'il projetait.

Dans la portion de ces études, relative à la comparaison des températures d'ébullition, Louis Henry a rencontré les questions d'association moléculaire des liquides, qui dans plusieurs cas doivent être considérés comme polymérisés (Ramsay et Shields, de Forcrand, Jacques Duclaux, Delépine, etc.); ce fait lui a servi à expliquer diverses anomalies. Il en est de même pour les oxydes métalliques. Dès 1878, Henry admettait qu'ils sont polymérisés et que la formule qu'on leur attribue doit être affectée d'un coefficient très élevé; sans cela, on ne s'expliquerait pas comment les oxydes minéraux sont extraordinairement fixes et les chlorures correspondants très volatils, tandis que le contraire se constate pour les corps organiques, par exemple, en comparant l'oxyde d'éthylène au chlorure d'éthylène (liqueur des Hollandais).

De cette œuvre personnelle, il est indispensable de rapprocher les travaux produits dans le laboratoire de Henry sous son inspiration et sous sa direction. Il a formé une trentaine au moins de savants d'une haute valeur, parmi lesquels nous devons citer particulièrement M. Delacre, professeur à l'Université de Gand, et M. Paul Henry, successeur de son père à l'Université de Louvain. Louis Henry a été ainsi un véritable chef d'école, au grand honneur de la Belgique et de l'enseignement supérieur libre.

LE CARACTÈRE DE L'HOMME.

La vie du savant et celle de l'homme privé sont inséparables; l'une fait comprendre l'autre.

Avant tout, la vie de Louis Henry fut une vie de travail. Dans une solennelle manifestation faite en son honneur à Louvain en 1900, il s'exprimait ainsi : « Dans les sociétés humaines, il est une puissance, il est une force devant laquelle tout le monde doit s'incliner : c'est le travail. Le travail est la source de toute science. Le génie et le talent, ces précieux apanages de certaines intelligences, ne leur appartiennent pas en propre. C'est Dieu qui les donne ou plutôt qui les prête à qui les possède. Mais le travail ne relève que de notre volonté personnelle. Il en est le fruit; c'est notre propriété incontestée et notre véritable honneur. »

Cette grande loi du travail, Henry l'a suivie à la fois par son enseignement didactique et par ses recherches personnelles.

Le cours qu'il professait était considéré par lui comme son devoir le plus

immédiat et le plus impérieux. Il a laissé de précieux souvenirs à ses nombreux auditeurs, composés surtout des élèves en médecine et en pharmacie de l'Université de Louvain.

Beaucoup de professeurs se seraient contentés d'un travail aussi absorbant. Mais Henry était possédé de l'amour de la recherche scientifique. Il la considérait comme un devoir pour un professeur de l'enseignement supérieur : un devoir vis-à-vis de l'Université à laquelle il avait dévoué sa vie; un devoir aussi vis-à-vis de ses convictions philosophiques, voulant prouver par les faits qu'un croyant peut être un véritable savant, faisant progresser la science.

De ce double travail d'enseignement et de recherches, Henry ne s'est jamais laissé distraire par des occupations extérieures. Il n'a pas, comme plusieurs professeurs de l'Université de Louvain ou comme plusieurs savants français, allié à l'enseignement supérieur une carrière politique. Il ne s'est jamais non plus laissé tenter par les applications industrielles de ses découvertes, malgré les propositions qui lui avaient été faites. Les seules fonctions qu'il ait ajoutées à celles de professeur sont celles de Président du Conseil de fabrique de sa paroisse et de Président d'une confrérie de la Société de Saint-Vincent-de-Paul.

A cette belle vie était réservée une douloureuse et suprême épreuve. Vers 1908, Henry fut atteint d'une paralysie qui, d'abord partielle, se développa progressivement et finit par l'enlever le 9 mars 1913. Ferme chrétien, il s'était préparé à la mort pendant toute son existence; il la termina avec l'ardente conviction que, toujours épris de vérité ici-bas, il allait entrer dans une vie plus haute et meilleure.

Les hommes qui ont connu Louis Henry, qui ont été honorés de son amitié, gardent de lui un grand souvenir et une profonde affection pour ses compatriotes. Les chimistes, qui ne s'attachent qu'à son œuvre scientifique, ne devront pas oublier qu'il a été, par ses nombreuses expériences, un des plus éminents propagateurs de la théorie atomique : à son nom s'attachent, pour ne pas en mentionner d'autres, les belles découvertes du dipropargyle, de l'alcool propargylique, du nitrile glycolique, de la constitution du lactide.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur la théorie de la transpiration des gaz à travers les milieux poreux.* Note de M. J. BOUSSINESQ.

I. Les formules (3) de ma dernière Note ([1]), savoir

$$(1) \qquad \mathrm{U} = \frac{\mathrm{I}}{\mu}, \qquad q = \frac{m}{\mu}\mathrm{I}, \qquad \text{avec} \qquad \mathrm{I} = -\frac{d\varphi}{dn} \qquad \text{et} \qquad \frac{1}{\mu} = \frac{\rho g}{\varepsilon}\,\frac{\Sigma k\sigma^2}{m},$$

où U est la vitesse moyenne de filtration, q le débit (en volume) de l'unité d'aire des surfaces $\varphi = \text{const.}$ d'égale charge, m le rapport de la capacité des pores sensibles au volume apparent total, enfin I la *pente motrice*, abaissement de la hauteur φ de charge par unité de longueur de la normale dn à la surface $\varphi = \text{const.}$, s'appliquent, avec une assez grande approximation, au phénomène de la *transpiration des gaz* à travers les milieux poreux.

Alors la présence d'un tel milieu, d'une capacité calorifique (par unité de volume) très grande par rapport à celle du gaz disséminé dans ses étroits interstices, y assure la conservation de la température générale, malgré la détente graduelle que le gaz éprouve en passant de sa pression primitive à une pression moindre, le long des *tubes de transpiration;* et la pression moyenne p d'une particule, sensiblement égale à la pression *élastique* de l'état de repos pour la densité actuelle ρ de la particule, est partout proportionnelle à ρ, conformément à la loi de Mariotte. D'ailleurs, les changements de l'altitude ζ s'y trouvant négligeables, vu la petitesse de ρ dans les gaz, à côté de ceux de la hauteur $\int \frac{dp}{\rho g}$ représentative de la pression, ce sont ceux-ci, à eux seuls, qui exprimeront sensiblement les variations de la charge φ d'un point à l'autre; et, par suite, la *pente motrice* I, pour un tube élémentaire σdn de transpiration, de longueur dn, pourra être censée se réduire à $-\frac{1}{\rho g}\frac{dp}{dn}$.

II. Mais comme, dans un écoulement permanent ou quasi-permanent, la masse débitée est constante d'un bout à l'autre du tube, alors que la densité ρ y décroîtra comme p, le mouvement s'y accélérera; et si V désigne, sur la surface d'égale charge où la pression est p, la vitesse d'un filet fluide quelconque, rectiligne et parallèle à l'axe du tube qui le contient, le filet

([1]) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 349.

éprouvera sur la longueur dn une certaine accélération

$$V' = \frac{dV}{dt} = \frac{dV}{dn}\frac{dn}{dt} = \frac{dV}{dn}V.$$

Pour un élément $d\sigma$ de la section σ du tube et, par conséquent, pour la masse élémentaire $\rho\, d\sigma dn$ de filet fluide, la différence, $-\frac{dp}{dn}d\sigma dn$, des pressions normales exercées aux deux bouts de cette masse et qui n'est autre, comme on voit, que $\rho g \mathrm{I}\, d\sigma dn$, aura donc à neutraliser, outre les mêmes frottements des filets contigus que dans un liquide, l'inertie, $-V\frac{dV}{dn}\rho\, d\sigma dn$ du filet lui-même.

Il importe de voir si celle-ci en est une fraction insensible; car, si cela a lieu, les inerties se trouvant négligeables et, d'ailleurs, le coefficient ε des frottements intérieurs entre filets étant, à peu près, aussi constant dans un gaz, malgré les changements de densité, que dans un liquide, tandis que, d'autre part, la couche gazeuse contiguë à la paroi n'y est pas moins immobilisée que l'était la couche liquide analogue, une même analyse conviendra aux deux cas et donnera aussi, par suite, pour le gaz, les équations (1).

III. Or c'est précisément ce qui arrive. Prenons, en effet, le rapport du terme des inerties (changées de signe), $\rho V\frac{dV}{dn}d\sigma dn$, à la différence, $-\frac{dp}{dn}d\sigma dn$, des pressions s'exerçant aux deux bouts de l'élément de filet. Mais observons que la masse ρV débitée par l'unité d'aire de $d\sigma$ et, par suite, le produit proportionnel pV, sont constants d'un bout à l'autre; ce qui donne $p\frac{dV}{dn} = -V\frac{dp}{dn}$ et permettra de substituer au quotient de $\frac{dV}{dn}$ par $-\frac{dp}{dn}$ la fraction $\frac{V}{p}\cdot$ Le rapport considéré, dont il s'agit de reconnaître la petitesse, sera, dès lors, $\frac{\rho V^2}{p}$, ou $\frac{V^2}{gH}$ si l'on appelle H la hauteur, $\frac{p}{\rho g}$, d'une colonne fluide fictive, de densité ρ, qui, par son poids, exercerait statiquement la pression p. Le rapport à apprécier peut donc encore s'écrire $\left(\frac{V}{\sqrt{gH}}\right)^2\cdot$ Et l'on s'assure aisément qu'il sera très faible.

Si, par exemple, le gaz est de l'air à la température de zéro degré centigrade et à la pression ordinaire de $0^{m},76$ de mercure, il viendra pour H le produit de $0^{m},76$ par le rapport, $\frac{13600}{1,3}$ environ, des deux densités du mer-

cure et de l'air, soit 7951^m. D'où, en faisant $g = 9^m,81$, $\sqrt{gH}$ serait une vitesse de $279^m,3$ ou, en nombre rond, de 280^m par seconde. Ainsi, même en prenant pour le filet gazeux une vitesse V de transpiration égale à 28^m, vitesse énorme, le rapport cherché n'excéderait pas 0,01; et l'inertie du fluide n'absorberait que le centième de la pente motrice.

IV. Donc la formule (1) de la vitesse moyenne U de filtration s'appliquera très sensiblement à la transpiration des gaz et donnera, *en volume*, à travers l'unité d'aire d'une surface d'égale charge ou d'égale pression p, le débit

$$(2) \qquad m\mathrm{U} = \frac{\rho g \mathrm{I}}{\varepsilon} \Sigma k \sigma^2 = \frac{\Sigma k \sigma^2}{\varepsilon}\left(-\frac{dp}{dn}\right),$$

vu la valeur actuelle, $-\frac{1}{\rho g}\frac{dp}{dn}$, de la pente motrice I.

Pour un *faisceau donné* de tubes de transpiration, occupant ou perçant une aire variable A des diverses surfaces d'égale pression, la masse constante débitée par le faisceau sera donc, en multipliant par ρA et observant que $\Sigma k \sigma^2$ est ici, pour le milieu poreux supposé, une somme constante se rapportant partout à l'unité d'aire, que, d'autre part, ρ est le produit du rapport constant $\frac{\rho}{p}$ par la pression p,

$$(3) \qquad -\left(\frac{\Sigma k \sigma^2}{2\varepsilon}\,\frac{\rho}{p}\right)\mathrm{A}\,\frac{d.p^2}{dn},$$

expression où la quantité entre parenthèses sera donnée, invariable même d'un bout à l'autre du faisceau si le milieu poreux est partout pareil.

V. Bornons-nous à ce cas de l'homogénéité du milieu; et, pour fixer les idées, supposons que la transpiration se fasse le long d'un tuyau de conduite plein de sable, ayant sa section normale A fonction lentement variable d'une abscisse n comptée le long de son axe L, droit ou courbe. La pression p *à l'entrée*, p_e (pour $n = 0$), et la pression p *à la sortie*, p_s (pour $n = \mathrm{L}$), seront connues.

La *translation* se faisant partout, à très peu près, parallèlement à l'axe, les surfaces d'égale pression p se confondront avec les sections normales A, qui seront en même temps celles du faisceau de tubes à considérer. Comme l'expression (3) est constante, ainsi que son facteur entre parenthèses, on aura donc, pour déterminer le mode de variation de p^2 entre $n = 0$ et $n = \mathrm{L}$,

l'équation différentielle

$$-A\frac{dp^2}{dn} = \text{const.};$$

d'où il résultera, en isolant $d(-p^2)$ et intégrant à partir de $n = 0$,

$$(4)\qquad p_e^2 - p^2 = (\text{const.})\int_0^n \frac{dn}{A}.$$

La constante s'obtiendra en exprimant que $p = p_s$ pour $n = L$. Si, par exemple, le tuyau est cylindrique, ou que toutes les sections A soient égales, sa valeur sera ainsi $\frac{A}{L}(p_e^2 - p_s^2)$. Par conséquent, le débit *en masse* (3), divisé par A pour le rapporter à l'unité d'aire, deviendra

$$(5)\qquad \frac{\Sigma k\sigma^2}{2\varepsilon}\frac{\rho}{p}\frac{p_e^2}{L}\left(1 - \frac{p_s^2}{p_e^2}\right).$$

Le volume *débité* par le réservoir qui fournit le gaz (à la pression p_e) s'évaluera en divisant (5) par la densité initiale ρ_e ou $\frac{\rho}{p}p_e$ de ce gaz; ce qui donne enfin, toujours par unité d'aire de la couche poreuse,

$$(6)\qquad \frac{\Sigma k\sigma^2}{2\varepsilon}\frac{p_e}{L}\left(1 - \frac{p_s^2}{p_e^2}\right).$$

Et l'on aura la vitesse moyenne *correspondante* U_e de transpiration, en divisant encore ce débit par la partie *vive* m, de l'unité d'aire de section, que suppose Dupuit :

$$(7)\qquad U_e = \frac{\Sigma k\sigma^2}{2m\varepsilon}\frac{p_e}{L}\left(1 - \frac{p_s^2}{p_e^2}\right).$$

Pour même détente *relative* du gaz, ou même valeur du rapport $\frac{p_s}{p_e}$, cette vitesse moyenne à l'entrée est donc en raison directe de la pression p_e dans le gazomètre qui fournit le fluide et en raison inverse de l'épaisseur L de la couche filtrante, comme il arrivait, par exemple, dans les expériences de Graham sur la transpiration le long de tubes fins, où le réservoir d'aval était le récipient d'une machine pneumatique. Alors la détente pouvait être supposée *complète;* car le carré du rapport $\frac{p_s}{p_e}$ restait insensible.

VI En appelant, dans ce *cas limite* d'une détente complète, I' le quotient $\frac{p_e}{L}$, qui y figure une sorte de *pente motrice*, et μ' la constante, caractéristique

à la fois du gaz et du milieu poreux,

$$\mu' = \frac{2 m \varepsilon}{\Sigma k \sigma^2}, \tag{8}$$

il viendra, pour la vitesse moyenne U_e de transpiration *à l'entrée* et pour le débit correspondant q_e (en volume), par unité d'aire, du fluide que fournit le gazomètre, les formules, analogues à celles de Dupuit pour les liquides [formules (3) de ma précédente Note],

$$U_e = \frac{I'}{\mu'}, \qquad q_e = \frac{m}{\mu'} I', \qquad \text{avec} \qquad I' = \frac{p_e}{L} \quad (^1). \tag{9}$$

MÉMOIRES LUS.

CHIRURGIE. — *Blessures de guerre. Conseils aux chirurgiens;* par M. **Edmond Delorme.**

Au moment où la chirurgie va étendre son action bienfaisante sur des blessés présentant des traumatismes que l'emploi de projectiles nouveaux a modifiés, il m'a paru utile de préciser cette action, de rappeler les règles qui

(1) J'ai donné plusieurs fois dans mon Cours de la Sorbonne, à la suite des considérations précédentes, une théorie de la *diffusion* (purement *physique*) des solutions étendues (salines ou autres) et même des gaz, en l'assimilant à une transpiration de ces corps à travers des pores sensibles et *pénétrables* que leur *dissolvant* liquide comprendrait entre ses groupes moléculaires, censés beaucoup moins mobiles que la matière dissoute. On peut voir les principales formules de cette théorie aux pages 404 à 406 d'une longue étude de 1881 à 1883, publiée dans un volume (4e série, t. XIII, 1885) des *Mémoires de la Société des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille*, sous le titre *Application des potentiels à l'équilibre et au mouvement des solides élastiques, avec des Notes étendues sur divers points de Physique mathématique et d'Analyse.*

J'y assimilais déjà (en 1883), mais d'une manière purement hypothétique, le corps dissous à un gaz ayant sa tension régie par la loi de Mariotte, comme on le fait maintenant, depuis que la découverte des membranes *semi-perméables* laissant traverser le dissolvant, mais retenant la matière dissoute, a permis de mesurer cette tension.

On peut voir un peu plus de détails, sur ce sujet de la diffusion, à la fin du tome I (p. 332 et 333) de ma *Théorie analytique de la chaleur, mise en harmonie avec la Thermodynamique et avec la théorie mécanique de la lumière* (Paris, Gauthier-Villars, 1901).

ressortent de l'expérience des guerres récentes et d'indiquer les résultats qu'on doit attendre de leur application.

A l'heure actuelle, la chirurgie de guerre doit être conservatrice dans la grande majorité des cas, *dans la presque totalité des blessures par les balles.*

L'étroitesse des plaies faites par les balles actuelles, l'abstention du cathétérisme de ces plaies et de la recherche systématique des corps étrangers, enfin les pratiques de l'antisepsie et de l'asepsie ont eu pour conséquences de *transformer le pronostic du plus grand nombre des blessures de guerre*, d'en écarter les complications, de réduire les pertes, d'améliorer les résultats.

La vie du blessé n'étant plus aussi souvent en jeu qu'autrefois, grâce à l'asepsie et à l'antisepsie, *l'activité du chirurgien doit tendre à obtenir sa guérison avec le minimum de tares consécutives.* L'intérêt du blessé, de l'État, le bon renom de la chirurgie sont là en jeu.

Les pratiques de la chirurgie de guerre, dans les lignes de l'*avant*, diffèrent de celles de la chirurgie commune parce qu'elles sont commandées par les conditions de milieu, de circonstances et de fonctionnement chirurgical. Dans les hôpitaux de l'*arrière*, par contre, elles tendent à se confondre avec celles de la chirurgie journalière.

La caractéristique de la pratique dans les lignes de l'avant c'est la *simplicité.* La masse des blessés qui soudainement envahit les formations sanitaires et réclame des soins presque simultanés l'impose.

Si la guérison d'un grand nombre de plaies peut être obtenue par l'*asepsie*, celle de beaucoup d'autres ne peut être assurée que grâce à l'*antisepsie.*

Les *plaies des parties molles* produites par la balle allemande, à extrémité pointue, sont en général très étroites quand cette balle a atteint les parties du corps *de plein fouet.* Leur trajet est le plus souvent cloisonné, obturé par les aponévroses dont les fibres sont linéairement dissociées; il n'est pas souillé par la présence de parcelles vestimentaires, conditions favorables pour leur guérison.

Ces plaies guérissent en quelques jours ou quelques semaines. Leur pansement est élémentaire. Le paquet de pansement du soldat sert à les recouvrir sur la ligne de feu.

Quand la balle a basculé ou ricoché; quand la plaie a été produite par la balle ronde du schrapnel, on observe des plaies plus larges, plus ouvertes, compliquées souvent de corps étrangers vestimentaires. Ces plaies ne sont pas graves, mais elles ont des tendances à suppurer; le blessé est à surveiller

au cours de ses transports, surtout pendant les dix premiers jours. Les transports doivent être peu prolongés.

La cicatrisation est un peu plus lente que celle de la première catégorie de blessures.

Le traitement des *fractures des os longs* des membres constitue l'une des tâches les plus importantes du chirurgien d'armée. Ce sont elles qui réclament les soins les plus constants et les plus entendus.

Elles diffèrent de celles de la pratique journalière : 1° par leurs types qu'il faut bien connaître; 2° parce que très souvent elles ne s'accompagnent pas de solution de continuité de l'os; 3° parce qu'elles sont ouvertes; 4° qu'elles sont presque toujours compliquées d'esquilles, d'esquilles adhérentes et d'esquilles libres; 5° qu'elles sont assez souvent compliquées de fragments de vêtements (plaies par balles déviées, par balles de schrapnel) et par la balle intacte, déformée ou fragmentée.

Quand ces fractures sont totales, s'accompagnent de solution de continuité du membre, elles présentent les signes bien connus des fractures communes; dans le cas contraire, elles ont des signes très particuliers que j'ai fait connaître et dont les principaux sont : 1° l'agrandissement notable des orifices de sortie des vêtements et de la peau; 2° une crépitation localisée perçue par une pression directe exercée vers le canal de sortie osseux (foyer d'esquilles libres); 3° une crépitation plus étendue perçue par une pression exercée *perpendiculairement* au canal de la plaie et simultanément, des deux côtés du membre (rapprochement des esquilles adhérentes).

4° Enfin, et ultérieurement, par les aspects de l'image radiographique.

En cas de doute on doit, sous peine d'aggraver les dégâts, se comporter comme s'il y avait fracture.

La conservation doit être la règle du traitement des fractures par balles. Elle assure la guérison dans l'immense majorité des cas, quel que soit l'os atteint, l'étendue ou le degré de comminution du dégât osseux.

L'*amputation* n'est permise que quand elle est absolument imposée, que les gros vaisseaux et gros nerfs sont simultanément intéressés et que de ce fait la *vitalité du membre* est non seulement menacée, mais *compromise*.

La conservation comporte primitivement le *maintien à la fois des esquilles adhérentes* et des *esquilles libres*.

Il faut s'abstenir de la recherche primitive des corps étrangers métalliques, pratique inutile.

L'immobilisation seule suffit le plus souvent. Dans certains cas, l'*extension*

est nécessaire, surtout à la cuisse et parfois au bras; parfois, on doit placer le segment inférieur dans la direction du segment supérieur dévié et sur lequel on n'a pas d'action (bras, cuisse).

Les meilleurs appareils contentifs sont les appareils amovo-inamovibles métalliques à valves. Ils permettent la surveillance du membre, le renouvellement des pansements, facilitent les compressions localisées sur les faces du membre correspondant aux longues esquilles adhérentes.

Ces fractures guérissent en grand nombre sans suppuration ou après suppuration légère (orifices étroits); d'autres, infectées, à orifices agrandis, suppurent plus abondamment et imposent la désinfection du foyer par l'iode, l'eau oxygénée, les solutions chlorurées, phéniquées, etc.). Les esquilles libres sont alors intolérées; il faut faire suivre l'incision des collections purulentes de leur extraction.

L'expérience des guerres a montré que des évacuations à grande distance compromettent la guérison des fractures. Elles ne permettent pas d'assurer la surveillance du blessé et le traitement hâtif des suppurations. Si ces évacuations étaient indispensables, il y aurait lieu de les faire à des périodes successives.

Un fracturé ne doit pas être transporté, à la période de consolidation de sa fracture, après le dixième jour.

Le traitement complémentaire (électricité, massage, eaux thermales, mécanothérapie) devra être commencé dès la consolidation de la fracture. Bourbonne-les-Bains, Vichy et Aix, en particulier, offrent pour la Mécanothérapie des ressources très précieuses qui amélioreront beaucoup les résultats.

Les *blessures des articulations* sont, en général, assez bénignes et guérissent sans suppuration lorsque les plaies sont étroites. L'arthrite suppurée exige des incisions hâtives.

Dans les plaies par balles avec *lésions des gros vaisseaux*, l'hémorragie est beaucoup plus rare qu'autrefois en raison de l'étroitesse des trajets. Par contre, les anévrysmes sont moins exceptionnels. Leur traitement difficile doit être réservé à des chirurgiens de carrière très exercés.

Les *blessures des nerfs* ne réclament aucune intervention immédiate; les interventions ultérieures sont peu utiles en raison de l'étendue du traumatisme.

Le traitement des autres complications ne comporte rien de spécial.

Dans les *blesssures du crâne et du cerveau* perforantes, en gouttière, en ragade, la désinfection des plaies, l'ablation des esquilles sus-dure-mé-

riennes ou cérébrales superficielles est recommandée, surtout dans les ragades. Il faut s'abstenir de la recherche des corps étrangers profonds. Le transport est, en général, préjudiciable à ces blessés.

Les *blessures du poumon* sans lésion des gros vaisseaux guérissent en plus grand nombre et plus facilement qu'autrefois; leurs complications sont plus rares. L'immobilisation du thorax et l'occlusion aseptique de la plaie en sont les traitements primitifs.

Le traitement des *blessures de l'abdomen* avec lésion de l'intestin mérite toute l'attention des chirurgiens, surtout celle des chirurgiens de l'avant. Il s'est enrichi de ressources nouvelles, encore insuffisamment connues, dont l'emploi peut beaucoup atténuer le pronostic toujours sombre de ces blessures.

Si l'on discute sur l'opportunité de la laparotomie large dans les blessures abdomino-intestinales de la pratique journalière, il n'en est pas de même pour celle de la chirurgie de guerre.

En principe, la laparotomie immédiate est à rejeter. Les guerres les plus récentes, celles du Transvaal, de Mandchourie, des Balkans, *ont affirmé sa nocivité*.

Au Transvaal, bien que pratiquée par des chirurgiens laparotomistes éminents, dans les conditions les mieux faites pour en assurer le succès, elle a fourni bien moins de guérisons que l'abstention opératoire.

La balle allemande atteignant l'abdomen de *plein fouet*, surtout aux portées longues et moyennes, laisse *sur la paroi abdominale un orifice d'entrée étroit* et n'entraîne point de corps étranger vestimentaire infectant. Sur les anses intestinales, elle ne produit que des orifices petits, des perforations minimes qui ont tendance à s'obturer spontanément. Dans certains cas même, elle s'insinue entre les anses sans les perforer. L'évacuation instinctive, préalable, et recommandable de l'intestin et de la vessie, le séjour sur place du blessé pendant des heures sans qu'il ait à subir les heurts d'un transport, ces conditions mettent à l'abri de la suffusion intrapéritonéale ou la limitent et favorisent la guérison.

A cette catégorie de traumatismes, les traitements anciens semblent suffire : le repos absolu, l'absence de transport à distance, la privation complète des aliments et surtout des boissons pendant plusieurs jours, diète supportée grâce au rinçage incessant de la bouche, aux injections rectales ou intracellulaires de sérum artificiel, à l'opium auxquels s'ajoute la position demi-assise de Fowler.

Quand, au contraire, la vitesse du projectile a été plus grande, que la

balle a basculé ou en cas d'atteinte de la balle large du schrapnel, *l'orifice d'entrée de la peau*, circulaire ou ovalaire, est *plus large;* plus larges aussi sont la plaie ou les plaies intestinales; elles sont moins susceptibles de s'oblitérer spontanément; d'un autre côté la complication vestimentaire est fréquente.

Dans ces cas l'infection péritonéale est certaine, mais le chirurgien n'est pas désarmé. Aux traitements déjà indiqués il ajoute, si possible, les instillations continues, rectales, goutte à goutte de Murphy, surtout *l'incision hâtive* et *le drain de Murphy*, et le lavage large du péritoine à l'éther (Souligoux).

L'incision de Murphy est une courte boutonnière faite à la paroi de l'abdomen au-dessus de l'arcade du pubis. Par cette incision faite hâtivement, sous la simple anesthésie locale et après une désinfection iodée très rapide de la peau, est drainée la cavité pelvienne où, du fait de la position semi-assise de Fowler, les liquides septiques ont tendance à s'accumuler. Cette incision représente une soupape de sûreté; elle prévient une tension dangereuse qui favorise la résorption des produits septiques.

Sur 17 cas de blessures par coup de feu avec perforation de l'intestin, Harris a dû à l'incision de Murphy 17 succès.

La conception et la technique de Murphy s'accordent bien avec les conditions de fonctionnement du Service de santé dans les ambulances et les hôpitaux de campagne. Elle ouvre à nos chirurgiens une voie dans laquelle ils doivent résolument s'engager. Ce n'est plus l'opération compliquée qu'est la laparotomie classique qu'une équipe de chirurgiens de carrière ne pouvait renouveler plus de trois à quatre fois en un jour en délaissant les autres blessés : opération fatigante, augmentant le choc, susceptible de détruire des adhérences salutaires, exigeant une installation spéciale, des précautions d'asepsie minutieuse pour aboutir à donner, je le répète, moins de guérisons que l'abstention opératoire; c'est au contraire un acte très simple, d'exécution très rapide, à la portée de tout praticien.

Telle est résumée à grands traits la pratique française actuelle de la chirurgie de guerre.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce le décès de M. *Considère*, Correspondant pour la Section de Mécanique.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture d'une lettre de M. le Président du Conseil remerciant, au nom du Gouvernement, l'Académie de la résolution par laquelle elle a mis à la disposition de la défense nationale les compétences qui la constituent.

MM. **Henry Billet**, **Albert Ranc** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

PHYSIQUE. — *De l'action du radium sur la sensibilité des détecteurs à cristaux pour la T. S. F.* Note [1] de MM. **Chaspoul** et **Bachalard**, transmise par M. G. Gouy.

Dans l'emploi d'un détecteur à cristaux en T. S. F., la difficulté qu'il y a de trouver un point sensible stable avec le ressort métallique, et le choix qu'il faut faire parmi les différentes parties d'un cristal naturel nous ont poussé à rechercher si l'action du radium n'augmenterait pas la sensibilité de ces détecteurs.

Des essais faits avec quatre cristaux de galène, pris dans des échantillons naturels quelconques, choisis spécialement et montés par nous, nous ont démontré qu'ils ne présentaient aucun point sensible : qu'il était impossible d'entendre la transmission de « FL » et même une bobine d'induction assez forte placée à proximité.

Un dixième de milligramme de bromure de radium, placé dans une de ces pastilles de galène, nous a permis, au bout de 3 heures de contact, de recevoir nettement une transmission de « FL ».

---

[1] Transmise dans la séance du 3 août 1914.

Nous avons remplacé dans le détecteur la première galène successivement par les trois autres *sans radium*, et nous avons obtenu les mêmes résultats que dans la première expérience, ce qui semble indiquer que la radioactivité induite produite *sur le fil d'or* du détecteur pendant la première expérience a une influence certaine sur la *sensibilité des cristaux*.

Ces deux séries d'expériences ont été prolongées pendant quelque temps. Entre chaque transmission, on replaçait le cristal supportant le radium sous le fil d'or. La sensibilité des cristaux semblait croître assez nettement avec la durée d'exposition de la pointe de la spirale à l'émanation du radium.

Au bout de 3 à 6 jours, presque tous les points de contact qu'on essayait donnaient de bonnes et souvent de très bonnes transmissions.

Les résultats obtenus au moyen de la galène qui avait reçu le radium ne paraissent pas supérieurs aux autres.

Avec les cristaux donnant à l'état normal de bonnes transmissions, nous avons obtenu un plus grand nombre de points sensibles, mais sans augmentation d'intensité.

Dans le cas d'un détecteur électrolytique fonctionnant normalement, l'introduction d'une solution de radium contenant 10 microgrammes n'a pas donné de résultats sensibles après 6 jours.

Conclusions. — De nos expériences il paraît résulter que le nombre de points sensibles d'un détecteur à cristaux employé en T. S. F. augmente notablement sous l'influence de l'émanation du radium sur la spirale du détecteur et qu'on peut de cette façon sensibiliser des détecteurs qui ne fonctionnent pas.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Spectre ultraviolet du néoytterbium*. Note [1] de MM. **J. Blumenfeld** et **G. Urbain**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note précédente, nous avons décrit la méthode qui nous a permis d'obtenir le néoytterbium dont l'isolement nous a été révélé par la constance du paramagnétisme d'une série de termes consécutifs de notre fractionnement.

Nous avons composé les spectres d'arc des fractions extrêmes (nos 12 et 20) de ce palier. Ces spectres sont identiques, à l'exception de quelques

(1) Présentée dans la séance du 27 juillet 1914.

raies faibles, dont les unes (raies de thulium) sont seulement visibles dans la fraction de tête (n° 12), et les autres (raies de lutécium) dans la fraction de queue (n° 20).

Parmi les raies communes aux deux spectres (leur total s'élève à plus de 500 dans la région étudiée et comprise entre $\lambda = 2300$ et $\lambda = 3500$ U. A.), il n'en est que très peu qui ne soient pas attribuables au néoytterbium. Ces raies très peu nombreuses appartiennent pour la plupart au lutécium. Cela provient, soit de ce que la différence entre les magnétismes du néoytterbium et du lutécium est plus faible que la différence entre les magnétismes du néoytterbium et du thulium, soit de ce que les raies ultimes du lutécium sont plus sensibles que celles du thulium.

Nous mentionnons dans la liste ci-après toutes les raies communes et de même intensité dans chacun des deux spectres, si faibles soient-elles, à l'exception des raies parasites provenant des impuretés contenues dans les charbons qui ont servi d'électrodes (Fe, B, Mg, Si, Ca, Al).

Nous avons comparé également ces spectres à ceux de produits franchement lutécifères et thulifères, afin de mentionner celles des raies dont l'attribution au néoytterbium nous paraissait douteuse.

La précision de nos mesures ne dépasse pas le cinquième d'unité Ångström; toutefois, les incertitudes ne sauraient porter que sur un nombre infime de raies très faibles.

M. J. Bardet a examiné, d'autre part, le spectre d'arc de la fraction n° 18 du même fractionnement, dont une reproduction a été publiée antérieurement (G. Urbain, *Introduction à l'Étude de la Spectrochimie*, Paris, 1911), et ses résultats sont conformes aux nôtres.

Les intensités relatives des raies, ainsi que leur netteté, sont indiquées par les notations suivantes : ex. f., extrêmement faible; t. f., très faible; m., moyenne; a. F., assez forte; F., forte; t. F., très forte; ex. F., extrêmement forte; d., diffuse.

2309,6 f.	2369,4 f. d.	2420,5 f. d.	2473,6 t. f.	2512,1 t. F.
12,7 t. f.	74,0 f.	21,5 m.	74,2 t. f.	14,3 m (Si?)
15,2 m.	80,4 f.	23,0 m.	80,1 f.	16,4 f.
20,9 a. F.	88,6 f.	24,8 t. f.	81,3 t. f.	21,0 m.
23,0 t. f.	90,8 F.	37,2 m.	84,8 m.	22,4 a. F.
24,7 m.	95,6 m. (Fe?)	47,3 m.	87,1 t. f.	25,0 f.
44,7 m.	98,1 t. F.	54,5 t. f.	93,8 t. f.	26,3 t. f.
58,0 t. f.	2406,1 f.	60,4 m.	2502,1 a. F.	28,0 f.
63,0 a. F.	14,4 f.	64,5 t. F.	05,8 m.	28,5 t. f. (Si?)
66,8 f.	19,0 f. d.	66,7 f.	08,2 f.	29,2 m.

2537,7 m.
38,3 t. f.
38,7 t. F.
42,4 ex. f.
47,6 f.
48,9 ex. f.
50,1 m.
52,2 a. F.
52,8 a. F.
57,3 f.
57,8 f.
60,1 t. f.
65,7 m.
68,2 ex. f. d. (Al?)
71,5 a. F.
73,2 m.
74,6 f.
74,9 f.
76,2 f.
77,8 f.
78,9 m. (Lu)
84,8 t. f.
86,5 f.
91,2 f.
93,9 t. f.
94,5 f.
96,4 F.
96,8 f.
97,6 t. f.
2602,0 t. f.
03,5 f.
04,2 m.
05,7 t. f.
08,0 f.
08,6 ex. f.
11,0 f.
12,7 t. f.
13,5 f. (Lu?)
15,7 a. F. (Lu)
17,1 F.
19,3 a. F. d. (Lu?)
20,1 f.
23,4 f.
28,3 m.
31,8 f.
2632,7 t. f.
34,4 a. F.
35,1 f.
36,6 f.
39,5 a. F.
42,0 F.
42,6 m.
44,3 F.
46,6 f.
47,6 f.
48,9 f.
49,9 m.
50,9 m.
53,9 t. F.
56,2 m.
56,9 f.
57,9 m. (Lu)
59,4 m.
65,1 F.
68,8 a. F.
72,1 a. F.
72,8 F.
74,0 t. f.
75,0 f.
80,5 a. F.
83,5 f.
84,8 F.
88,0 m.
91,3 m.
91,8 f.
92,2 f.
92,5 t. f.
95,5 a. F.
96,7 a. F.
2700,9 m.
01,8 a. F. (Lu)
04,7 t. f.
09,0 m.
09,8 f.
10,7 F.
11,9 m.
12,8 a. F.
16,0 f.
18,5 F.
22,3 m.
2729,2 ex. f.
29,6 f.
32,9 F.
33,3 t. f.
34,2 m.
40,6 ex. f.
40,9 ex. f.
41,8 m.
45,7 t. f.
47,6 f.
48,7 a. F.
50,6 F.
51,6 a. F.
54,3 m. (Lu)
55,0 f.
59,1 f.
59,6 t. f.
60,8 a. F.
61,4 a. F.
64,5 a. F.
65,1 t. f.
66,8 ex. f.
68,4 f.
71,5 F
76,4 t. F.
84,8 t. F.
86,0 f. t. d.
89,7 m. d.
93,4 m.
94,5 f.
94,8 t. f. (Tm?)
95,1 t. f.
95,3 t. f.
96,7 f. (Lu)
97,8 t. f.
99,5 m.
2800,1 a. F.
03,6 t. f. d.
04,3 f. d.
06,1 f.
07,5 f.
08,4 f.
09,5 ex. f.
10,2 ex. f.
10,8 m.
2812,4 t. f.
14,6 F.
16,5 a. F.
19,5 f. d.
21,3 F.
23,7 f.
24,3 t. f.
25,1 F.
28,0 f. (Tm?)
29,8 ex. f.
31,1 t. F.
32,4 f.
33,9 ex. f. d.
35,1 m.
38,8 f.
41,5 ex. f.
42,3 f.
42,7 f.
47,4 F.
48,6 m.
49,5 ex. f.
51,2 F.
53,6 t. f. t. d.
54,2 f.
54,6 f.
56,0 ex. f.
58,6 m.
59,5 f.
60,0 a. F.
60,6 f.
61,5 F.
64,9 t. f.
65,7 f.
66,6 t. f.
67,3 F.
70,2 m.
73,6 a. F.
79,3 f.
82,2 f. d.
83,8 t. f.
86,1 f
86,4 m.
88,2 a. F.
91,5 ex. F.
93,8 f.
2897,0 f.
99,8 a. F.
2902,5 f.
03,0 f.
06,9 f.
08,5 f. d.
09,5 m.
09,7 m.
11,7 a. F. (Lu)
13,0 t. f.
14,4 a. F.
15,5 a. F.
16,6 f.
19,5 F.
21,2 a. F.
22,4 f.
24,3 a. F.
26,8 f. (Tm)
28,1 m.
34,5 m.
35,2 m.
37,3 f.
38,3 f.
39,7 m.
40,6 m.
42,1 m.
43,0 f.
44,5 f.
46,0 F.
46,4 f.
47,0 t. f.
47,3 t. f.
50,4 m. (Fe)
51,1 t. f.
51,8 t. f. (Lu)
53,1 t. f.
55,5 a. F.
57,8 m.
61,0 f.
62,0 ex. f.
62,7 m.
63,5 m. (Lu)
65,0 a. F.
70,7 t. F.
75,7 ex. f. d.

2977,6 t.f.
79,0 t.f.
79,9 f.
82,8 a.F.
84,2 F.
85,2 m.
86,0 f.
89,4 t.f.(Lu)
90,5 m.(Tm?)
92,0 a.F.
94,1 f.
95,0 F.
96,0 f.
98,5 t.f.
3000,6 m.
02,2 ex.f.
02,7 f.
05,9 t.F.
09,5 a.F.
10,6 m.
14,5 a.F.
17,6 a.F.
19,0 f.
20,7 m.(Fe?)
22,6 f.
23,8 t.f.
25,2 t.f.
26,1 ex.f.(Tm?)
26,9 a.F.
31,3 t.F.
33,9 f.
34,8 m.
36,9 f.
38,1 f.
38,6 ex.f.d.
39,7 a.F.
42,7 a.F.
41,1 f.
45,0 ex.f.
46,6 a.F.
47,2 f.
54,1 ex.f.
55,2 m.
55,6 t.f.
63,2 m.

3063,8 f.
65,2 F.
68,5 f.d.
71,7 t.f.
73,7 m.
76,1 m.
79,4 m.
80,1 ex.f.(Lu?)
80,6 ex.f.
81,5 f.(Lu)
82,2 ex.f.
84,4 t.f.
85,8 f.
87,1 f.
89,2 F.
94,0 a.F.
95,0 t.f.d.
95,5 f.t.d.
3101,5 m.
02,2 m.
07,9 t.F.
09,8 t.f.
14,9 a.F.
16,8 m.
17,9 a.F.
23,7 f.
25,5 m.
27,3 ex.f.
28,0 f.
29,4 f.d.
32,7 m.
34,0 t.f.(Tm)
35,2 f.
36,2 f.
36,9 m.
40,9 a.F.
41,8 f.
45,0 f.
45,6 f.
49,1 f.
53,2 m.
53,9 m.
55,2 m.
55,8 f.
58,2 f.

3162,3 m.
64,0 m.
65,1 m.
66,9 ex.f.
68,3 m.
69,2 a.F.
71,4 a.F.
73,8 m.
75,9 m.
81,1 a.F.
86,7 f.
90,9 t.f.
93,0 F.
94,3 t.f.
94,9 t.f.
95,7 t.f.
96,5 t.f.
98,8 a.F.
3201,2 F.
04,8 ex.f.
06,2 t.f.
07,9 m.
10,2 m.
15,7 ex.f.
17,4 a.F.
18,5 m.
21,3 f.
22,8 t.f.
26,0 F.
26,8 t.f.
27,7 ex.f.
30,0 f.
32,2 m.
35,7 ex.f.(Tm?)
36,3 m.
38,1 f.
39,3 f.
39,7 f.
43,0 ex.f.
46,3 a.F.
54,5 m.(Lu)
56,2 ex.f.d.
59,3 m.
61,6 F.
65,2 f.

3268,0 t.f.
69,4 t.f.d.
71,7 f.t.d.
72,6 t.f.t.d.
75,8 f.
89,4 ex.F.
99,5 t.f.d.
3303,3 ex.f.
04,7 f.
05,4 f.
05,9 m.
06,9 t.f.
09,5 m.
12,3 m.(Lu)
15,2 a.F.
16,6 m.
19,5 t.F.
23,2 f.
24,3 m.
25,1 t.f.
27,3 f.
28,5 t.f.
29,5 f.
33,2 m.
37,3 F.
43,0 F.
46,5 m.
47,5 m.
50,0 ex.f.(Tm?)
51,2 m.
52,5 m.
55,9 ex.f.
57,0 ex.f.
49,7 m.d.(Lu?)
62,6 a.F.
63,9 f.
65,1 ex.f.
66,0 t.f.
69,8 t.f.(Fer?)
75,8 a.F.
76,7 f.(Lu)
78,8 f.
80,0 f.
82,6 m.
84,9 ex.f.

3387,7 a.F.
90,4 m.
91,1 f.
93,8 ex.f.
94,6 f.
95,3 t.f.
97,2 m.(Lu)
98,8 f.
3400,9 t.f.
01,2 m.
02,4 f.
04,2 m.
11,5 f.
12,6 m.
15,0 ex.f.
17,1 f.
18,6 a.F.
19,6 ex.f.
20,4 f.
26,2 a.F.
28,7 f.
31,4 a.F.
34,9 f.
36,7 f.
39,0 a.F.
43,8 m.
47,0 f.(Tm?)
49,5 f.t.d.
52,5 m.
54,3 a.F.
54,8 ex.f.
58,4 m.
60,3 m.
64,5 f.d.
72,5 m.(Lu)
74,8 ex.f.
76,4 F.
79,0 F.
82,5 f.
86,0 m.
88,7 a.F.d.
96,0 F.
99,4 f.

Raies d'intensité nettement différentes dans les deux spectres.

	Numéros des fractions.				Numéros des fractions.				Numéros des fractions.		
λ.	12.	20.		λ.	12.	20.		λ.	12.	20.	
2403,5	t. f.	»	(Tm)	2900,5	f.	m.	(Lu)	3241,8	ex.f.	—	(Tm?)
07,0	t. f.	»	(Tm)	3015,4	t.f.	»	(Tm)	79,0	»	f.	(Lu)
31,9	f.	»	(Tm)	56,8	t.f.	f.	(Lu)	81,8	»	f.	(Lu)
2509,2	ex.f.	»	(Tm)	77,7	m.	a.F.	(Lu)	3385,7	»	ex.f.	(Lu)
2624,3	t. f.	»	(Tm)	3131,4	f.	t. f.	(Tm)	3425,5	t. f.	»	(Tm)
2812,4	f.	ex.f.	(Tm)	72,9	t.f.	»	(Tm)	62,5	t. f.	»	(Tm)
69,4	f.	ex.f.	(Tm)	87,5	ex.f.	»	(Tm?)				

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur un nouveau procédé de mesures cristallographiques au moyen des rayons Röntgen.* Note [1] de M. François Canac, présentée par M. E. Bouty.

Utilisant les expériences de Laue [2] et de Térada [3], nous nous sommes proposé, en faisant tourner un cristal autour de certains axes particuliers (normales aux faces du noyau fondamental) et en étudiant la façon dont les taches se déplaçaient, d'en déduire une méthode pour construire son réseau et en calculer les paramètres. Coupons le cristal par un plan réticulaire parallèle à une face carrée ou rectangulaire.

Soient b et c les paramètres des deux rangées rectangulaires de plus grande densité prises pour axes de coordonnées. Affectons à chaque nœud, comme indice, une fraction égale au rapport de son abscisse à son ordonnée (les unités de longueur étant respectivement c et b). Soit α_n l'angle de la droite joignant l'origine au point d'indice n avec l'axe des x. Cette droite est la trace d'un plan réticulaire normal au précédent. On voit facilement que

$$\frac{1}{n}\cot\alpha_n = \frac{c}{b}. \tag{1}$$

Si les rangées sont obliques (voir la figure), soit μ la projection de a

(1) Présentée dans la séance du 27 juillet 1914.

(2) Laue, *Kön. Bay. Ak.*, 1912, p. 303.

(3) Térada, *Nature*, t. XCI, 1913, p. 135; *Tokio-Sugaku, Buturigakwai kizi*, avril 1913.

sur c et h la distance des rangées parallèles à Ox. On a, dans l'angle aigu,

$$\frac{1}{n}\left(\cot \alpha_n - \frac{\mu}{h}\right) = \frac{c}{h} \tag{2}$$

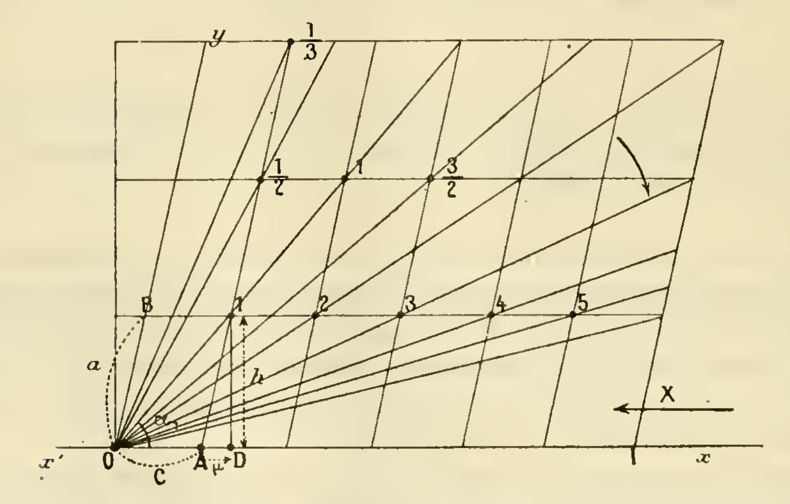
et, dans l'angle obtus,

$$\frac{1}{n}\left(\cot \alpha'_n + \frac{\mu}{h}\right) = \frac{c}{h}; \tag{3}$$

d'où

$$\frac{1}{2}(\cot \alpha_n + \cot \alpha'_n) = \frac{\mu}{h}. \tag{4}$$

Nous avons mesuré les angles α en amenant les taches réfléchies par les



plans réticulaires normaux à la figure précédente devant un repère fixe.

Nous avons étudié un cristal de sucre candi où nous avons donné au noyau la forme du pinacoïde latéral.

1° Axe de rotation normal à h_1 (Tableau I). Δ indique la variation de $\cot \alpha$ pour une erreur de 15′ sur α. $\frac{\Delta}{n}$ mesure l'erreur commise sur $\frac{c}{b}$. En excluant les résultats où $\frac{\Delta}{n}$ est inférieur à 10, la moyenne est

$$\frac{c}{b} = 0,879.$$

2° Axe de rotation normal à la base p. On trouve

$$\frac{a}{b} = 1,260.$$

3° Axe de rotation normal au plan de symétrie [formule (4)]

$$\frac{\mu}{h} = 0,240.$$

Tableau I.

α.	$\cot\alpha$.	Δ.	n.	$\frac{1}{n}\cot\alpha = \frac{c}{\tau}$.	$\frac{\Delta}{n}$.	
0°	∞	»	»	»	»	très intense
12,50	4,931	65	5	0,872	13	faible
16	3,487	33	4	0,872	8	»
20,15	2,711	24	3	0,903	8	»
29,30	1,767	12	2	0,883	6	faible (cercle)
37,10	1,319	8	$\frac{3}{2}$	0,876	5	tache moyenne
48,44	0,877	5	1	0,877	5	très intense
59,53	0,583	4	$\frac{2}{3}$	0,875	6	faible
66,15	0,440	3,3	$\frac{1}{2}$	0,880	7	moyen (cercle)
70,40	0,3506	3,3	$\frac{2}{5}$	0,8765	8	très faible
72,58	0,306	3,3	$\frac{1}{3}$	0,918	10	intense
77,50	0,216	3	$\frac{1}{4}$	0,864	12	très faible
90	0	»	»	»	»	très intense (cercle)

$$\text{Moyenne : } \frac{c}{\tau} = 0,879.$$

Axe de rotation perpendiculaire à h_1.

$\frac{\mu}{h}$ mesure la cotangente de l'angle de p avec h_1. Cet angle est donc égal à 76°30′. Wolff [1], par les procédés optiques ordinaires, a trouvé

$$(\mathrm{p}.\, h_1) = 76°30', \qquad \frac{c}{b} = 0,8782, \qquad \frac{a}{b} = 1,2595 ;$$

de plus, les résultats mettent en évidence une structure périodique du cristal. En effet,

$$\frac{3\mu}{c} = \frac{3\mu}{h} \times \frac{a.\sin 76°30'}{c} = 1,002 ;$$

μ est égal au tiers de c. A est la projection de J (voir la figure). On verrait de même que B est la projection de I sur le plan P [2].

---

(1) Groth, *Chem. Kristall.*, p. 448.

(2) Ceci peut être dû soit à ce que les paramètres sont commensurables, soit à ce que les dimensions des molécules ne sont pas négligeables par rapport aux paramètres.

La méthode présente les deux avantages suivants : 1° la structure réticulaire seule intervient, non les faces; 2° le rapport des paramètres est connu exactement, car les plans réticulaires de grande densité se discernent sans ambiguïté par l'intensité de la tache qu'ils donnent.

EMBRYOGÉNIE. — *Sur le mécanisme de la première segmentation de l'œuf d'oursin dans la parthénogenèse expérimentale* (méthode de J. Loeb). Note de M. M. **Herlant**, présentée par M. Henneguy.

En me basant sur mes observations *in vivo*, j'ai, dans une Note précédente [1], émis cette idée que, dans la méthode classique de Loeb, l'action essentielle qu'il faut demander à la solution hypertonique est la formation d'un nombre restreint de cytasters intervenant à un moment déterminé de l'évolution cyclique que parcourt, à deux reprises au moins, l'activité du centrosome femelle. J'ai fait depuis quelques recherches cytologiques qui me permettent de préciser aujourd'hui la nature exacte de cette intervention.

Contrairement à l'opinion généralement admise (Loeb, Hindle, Retzius), *les deux pôles du fuseau de la première mitose, dans la segmentation de l'œuf parthénogénétique d'oursin, ne résultent pas de la division du centrosome femelle : celui-ci, sans se diviser, constitue l'un d'eux; l'autre pôle est un cytaster.*

Le processus, qui assure la collaboration de ces deux éléments d'origines si différentes, est extrêmement frappant et peut être suivi pas à pas de la façon la plus rigoureuse. Je me bornerai à dire brièvement ici ce qu'il est dans le cas idéal où l'action de la solution hypertonique a été combinée de telle sorte qu'il ne se forme qu'un seul cytaster. Celui-ci naît en un point quelconque du protoplasme de l'œuf et se développe sur place.

Primitivement, il n'existe aucune connexion appréciable entre le cytaster et le « monaster » typique, avec chromosomes dispersés, édifié parallèlement, aux dépens du pronucléus femelle et de son centrosome; rien n'autorise à rattacher son origine à une division de ce dernier.

Mais *secondairement*, par suite de l'étendue croissante de leurs irradiations qui se mêlent, cytaster et monaster entrent en rapport et un fuseau achromatique parfait apparaît entre eux. Pendant ce temps, la chromatine qui était rassemblée uniquement autour du pôle monaster subit progres-

---

[1] *Comptes rendus*, t. 158, 25 mai 1914, p. 1531.

sivement l'influence du cytaster, les chromosomes épars se rassemblent du côté en regard du pôle opposé du fuseau; puis, par une sorte de glissement, ils viennent, les uns après les autres, se placer à l'équateur de ce dernier et s'y disposent en une plaque équatoriale. Celle-ci une fois constituée, il devient impossible de distinguer la figure qu'on a sous les yeux de n'importe quelle mitose normale. Les stades ultérieurs sont les mêmes et l'œuf ne tarde pas à se segmenter en deux blastomères.

L'intervention opportune d'un cytaster assure donc la transformation du monaster produit par l'activation en une mitose bipolaire, ou, en d'autres termes, *la transformation d'une figure abortive et impuissante à amener la segmentation en une autre, qui la provoque directement et permet, par ce fait même, le développement de l'œuf* : c'est à cette intervention qu'il convient de réserver le titre de « second facteur de la parthénogenèse ».

Dans l'interprétation de la parthénogenèse chez l'oursin, le monaster cesse donc d'être l'impasse que signalait Driesch en 1906; et selon que le cytaster interviendra au moment convenable du premier, du second ou même du troisième cycle d'activité du centrosome femelle ([1]), comme le nombre des chromosomes est chaque fois doublé (Boveri), les larves parthénogénétiques pourront posséder dans leurs noyaux, *selon le désir de l'expérimentateur*, n, $2n$ ou même $4n$ chromosomes : je crois qu'il ne faut pas chercher ailleurs la raison de la discussion qui s'est élevée à ce propos entre Delage et d'autres auteurs.

Dans la méthode classique de Loeb, telle que je l'ai surtout appliquée dans mes recherches, c'est au cours du premier cycle d'activation qu'intervient le cytaster; il y a alors, ainsi que je l'ai décrit, *passage direct* du monaster à une mitose bipolaire suivie immédiatement de division de l'œuf. C'est là un point à retenir, parce qu'il établit une différence de fait entre la fécondation normale et la parthénogenèse expérimentale. Dans la fécondation, on voit d'abord apparaître, autour du spermatozoïde, la puissante irradiation désignée sous le nom d'*aster mâle;* puis celui-ci s'estompe, et il y a, avant l'établissement de la première mitose de segmentation, *un stade de repos*, pendant lequel on admet que le centrosome spermatique se divise. Dans la parthénogenèse courante, ce stade de repos et d'effacement de l'irradiation primaire (énergide) fait totalement défaut : *toute une période très caractéristique de l'activation par le spermatozoïde se trouve ainsi escamotée*.

([1]) Cf. ma Note du 25 mai 1914.

Ces faits, et d'autres encore qu'il serait trop long d'exposer ici, comportent d'importantes conclusions relatives aux théories de la parthénogenèse expérimentale et de la fécondation normale. Pour le moment, je me bornerai à constater qu'ils permettent de substituer *des faits précis* aux hypothèses purement gratuites dont Loeb se sert pour expliquer la raison d'être du traitement hypertonique, après l'activation par l'acide butyrique et les conditions de son efficacité. La notion des cycles d'activation d'une part, celle de la formation de cytasters et de leur intervention plus ou moins opportune d'autre part, indiquent très clairement ce que ces conditions doivent être, et, à défaut de valeur explicative proprement dite, *tracent du moins les limites hors desquelles les hypothèses physico-chimiques les plus ingénieuses ne sont que de simples vues de l'esprit.*

MÉDECINE. — *Action bactéricide et antitoxique des sels de lanthane et de thorium sur le vibrion cholérique. Action thérapeutique de ces sels dans le choléra expérimental.* Note de MM. **Albert Frouin** et **D. Roudsky**, présentée par M. A. Laveran.

L'un de nous a étudié antérieurement l'action de divers sels de terres rares sur le développement de certaines espèces microbiennes ([1]).

Nous avons constaté que, dans les milieux de constitution simple et chimiquement définis, ces sels s'opposent au développement des microorganismes s'ils sont employés à des doses supérieures à 2g par litre. A des doses inférieures, ils modifient les propriétés biologiques et les caractères morphologiques des microbes. Ils exercent des actions agglutinantes ou précipitantes sur les diverses bactéries en émulsion ([2]).

Dans d'autres expériences, nous avons vu que les sels de lanthane et de thorium, ingérés, ne sont pas toxiques et n'ont aucune action nocive sur les phénomènes digestifs et la nutrition des animaux. Nous avons pu faire ingérer 4g de sulfate de thorium, par 24 heures, pendant 20 jours, à deux chiens pesant 12kg et 6kg,500. Au bout de ce temps les animaux avaient

([1]) Albert Frouin et Mlle S. Ledebt, *C. R. Soc. Biol.*, t. LXXII, 1912, p. 981 et 1034; t. LXXIV, 1913, p. 196.

([2]) Nous rappellerons encore que les sels de terres rares ont la propriété de précipiter les albuminoïdes en solutions neutres ou alcalines, et de s'opposer à la coagulation de l'albumine par la chaleur en solution acide.

conservé leur poids initial. Les sels de lanthane se sont comportés de la même façon.

Nous avons pu nous-mêmes ingérer 4g de sulfate de thorium, par 24 heures pendant 2 jours, sans éprouver le moindre trouble.

Cet ensemble de propriétés nous a engagés à chercher si l'action antiseptique de ces substances constatée *in vitro* peut se produire *in vivo* vis-à-vis des microbes pathogènes du tube digestif.

Nous nous limiterons, dans cette Note, aux résultats que nous avons obtenus avec le *vibrion cholérique*, bien que l'un de nous ait constaté, en collaboration avec Dumas, une diminution de la virulence de divers paratyphiques traités par des sels de terres rares, et que, sur le bacille dysentérique, l'un de nous ait obtenu des résultats de même ordre.

Expériences. — *Action des sels de lanthane et de thorium sur la virulence et la toxicité du vibrion cholérique en injection intrapéritonéale chez le cobaye.*

Nous avons employé une culture de choléra sur gélose âgée de 24 heures. Cette culture, émulsionnée dans 10^{cm^3} d'eau distillée ou d'eau salée stérile, tuait les cobayes de 500^g en 8 heures, à la dose de 2^{cm^3}, soit un cinquième de culture.

L'émulsion microbienne, additionnée d'un égal volume de solution de sulfate de lanthane ou de thorium à 1 ou 2 pour 100, était centrifugée après 30 minutes de contact. Le liquide était décanté; le dépôt microbien, remis en suspension dans 10^{cm^3} d'eau salée stérile, a été injecté dans le péritoine des cobayes.

Résultats. — 10 cobayes injectés dans le péritoine avec 2^{cm^3} d'émulsion bacillaire, soit un cinquième de culture sur gélose, sont morts en 6 et 8 heures.

Action du sulfate de lanthane. — 10 cobayes injectés dans le péritoine avec 4^{cm^3} d'émulsion de vibrions, traités par le sulfate de lanthane, soit deux fois la dose mortelle en 8 heures, ont survécu.

De 10 cobayes injectés avec 7^{cm^3} de l'émulsion précédente, soit trois fois et demie la dose mortelle en 8 heures, 8 sont morts en 24 et 36 heures.

Action du sulfate de thorium. — 10 cobayes injectés avec 4^{cm^3} d'émulsion de vibrions, traités par le sulfate de thorium, soit deux fois la dose mortelle en 8 heures, ont survécu.

10 cobayes injectés dans le péritoine avec 7^{cm^3} de l'émulsion précédente, soit trois fois et demie la dose mortelle en 8 heures, ont survécu.

Nous avons répété cette expérience avec trois races de vibrions d'ori-

gines différentes, nous avons toujours obtenu des résultats de même ordre.

Nous signalerons, en outre, que la phagocytose et la dissolution des vibrions dans le péritoine des cobayes est beaucoup plus rapide pour les cultures traitées par les sels.

Expériences sur les singes. — *Action thérapeutique des sels de thorium et de lanthane.* — Nous avons fait ingérer à des singes, suivant le *modus faciendi* de Pottevin et Violle, des cultures de choléra, après administration de 7^{g} à 9^{g} de sulfate de soude et constatation de l'effet purgatif. Nous avons administré une culture entière de 24 heures sur boîte de Pétri de 9^{cm} de diamètre, émulsionnée dans 20$^{cm^3}$ d'une culture en bouillon de 24 heures. 6 heures ou 12 heures après, nous avons fait ingérer les solutions de sulfate de thorium ou de lanthane à 2 pour 100.

Résultats. — *Ingestion de lanthane ou de thorium après* 6 *heures.* — Deux *Cynomolgus* ont ingéré 40$^{cm^3}$ de sulfate de thorium à 2 pour 100, 6 heures après l'ingestion de vibrions cholériques. Ils n'ont présenté aucun trouble, sont restés vifs, gais, agiles ; ont survécu.

Deux autres animaux traités par le sulfate de lanthane ont également survécu.

Les deux témoins, ayant reçu 40$^{cm^3}$ d'eau, c'est-à-dire la même quantité de liquide que les animaux traités, sont morts 30 à 36 heures après l'ingestion de la culture cholérique.

Traitement après 12 *heures.* — Dans une autre expérience, on a fait absorber le sulfate de lanthane et de thorium 12 heures après l'ingestion du vibrion cholérique.

Deux animaux traités par le sulfate de thorium (50$^{cm^3}$ à 2 pour 100) ont survécu.

Deux animaux traités par le sulfate de lanthane sont morts en 38 et 44 heures.

Deux témoins, ayant reçu 50$^{cm^3}$ d'eau, c'est-à-dire la même quantité de liquide que les animaux traités, sont morts en 40 et 48 heures.

Bien que ces expériences soient peu nombreuses, et que nous ne connaissions pas le mécanisme intime de l'action thérapeutique, nous avons pensé que les résultats étaient assez intéressants pour être publiés dès maintenant.

L'innocuité du sulfate de thorium par ingestion, ainsi que l'action bactéricide et antiseptique de ce sel, permettent de penser qu'il pourra être employé utilement dans le traitement du choléra.

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Étude de l'action métabiotique des rayons ultraviolets. Théorie de la production de formes microbiennes nouvelles par l'action sur les différentes fonctions nutritives.* Note ([1]) de M. et Mme **Victor Henri**, présentée par M. Dastre.

Afin d'analyser l'action produite par les rayons ultraviolets sur les microbes et afin d'étudier les différentes propriétés biologiques de ces microbes, nous avons entrepris l'étude systématique du développement sur des milieux de composition chimique définie et l'étude des différents ferments produits par les microbes.

Les premières expériences ont porté sur le charbon normal et sur deux formes nouvelles obtenues par l'un de nous par l'irradiation du charbon normal; ce sont : 1° le charbon cocciforme S_1 prenant le Gram et 2° le charbon filamenteux grêle ne prenant pas le Gram et coloré en jaune, que nous désignons sous le nom de charbon γ.

Les milieux artificiels solides contenaient 2 pour 100 de gélose lavée plusieurs heures dans l'eau distillée,

$$0,5 \text{ p. } 100 \text{ NaCl} + 0,05 \text{ p. } 100 \text{ CaCl}^2 + 0,05 \text{ p. } 100 \text{ MgCl}^2 + 0,05 \text{ p. } 100 \text{ phosphate de Na},$$

le tout stérilisé à 120° et additionné ensuite :

1° De l'un des hydrates de carbone suivants : glucose, saccharose, maltose, lactose, amidon, de façon à obtenir une concentration de 5 pour 100;

2° De l'une des substances azotées suivantes : lactate d'ammoniaque, citrate d'ammoniaque, glycocolle, α-alanine, asparagine, de façon à avoir une concentration de 0,5 pour 100; ou bien de peptone Chapoteaut ou peptone de soie à la concentration de 2 pour 100;

3° HCl ou NaOH de façon à réaliser une concentration définitive de $\frac{n}{200}$.

Les microbes étaient ensemencés sur ces milieux et les cultures obtenues étudiées après 24, 48 et 72 heures.

([1]) Présentée dans la séance du 27 juillet 1914.

Résultats. — 1° *Utilisation de l'azote.* — Le charbon normal ne se développe pas sur les milieux contenant comme substance azotée soit les sels ammoniacaux, soit les acides aminés. Il se développe seulement dans les milieux contenant la peptone.

Le charbon cocciforme S_1 se comporte exactement comme le charbon normal.

Le charbon γ se développe même en présence de lactate d'ammoniaque ou des acides aminés : glycocolle, α-alanine, asparagine.

2° *Réaction.* — Le développement des trois microbes est nul en milieu acide, en général meilleur en milieu alcalin que neutre.

3° *Hydrates de carbone.* — Le charbon normal se développe moins bien sur des milieux sucrés que sur les mêmes milieux sans hydrates de carbone; on observe de plus toute une série de modifications du charbon, lorsqu'on le cultive sur des milieux sucrés.

Pour le charbon S, il n'y a aucune différence appréciable.

Le charbon γ se développe beaucoup mieux en présence d'hydrates de carbone; souvent même il ne cultive pas du tout sur un milieu contenant la peptone et se développe très bien sur le même milieu additionné de saccharose ou de maltose. De même, les cultures de ce charbon γ sur pomme de terre sont très abondantes.

Par conséquent, le charbon γ assimile bien les substances azotées très dégradées et utilise d'une façon intense les différents hydrates de carbone. Ce fait doit être rapproché de celui que le charbon γ ne liquéfie pas la gélatine, tandis que le charbon normal la liquéfie et digère très vite; nous avons mesuré la vitesse de cette digestion par la méthode de dosage des acides aminés de Sörensen.

4° *Le charbon qu'on vient d'irradier cultive mieux en présence de sucres qu'en leur absence.* — Nous avons irradié des émulsions de charbon normal et avons ensemencé ces émulsions sur les différents milieux artificiels indiqués plus haut.

On trouve que pour des durées d'irradiations sublimites on voit de rares colonies se développer sur le milieu non sucré, tandis que sur le milieu sucré la culture est abondante. Pour des durées plus grandes rien ne se développe sur les premiers et l'on trouve des colonies isolées sur les milieux contenant des hydrates de carbone.

Les témoins au contraire sont presque toujours moins abondants sur les milieux sucrés que sur ceux sans hydrates de carbone.

5° *Théorie de la production des formes modifiées du charbon par l'action des rayons ultraviolets.* — L'ensemble de ces faits nous amène à émettre une théorie qui nous sert de guide pour les recherches et qui nous permet d'expliquer le mode de production des variations plus ou moins profondes du charbon par les rayons ultraviolets.

Nous avons trouvé il y a 3 ans que, si l'on irradie des microbes tels que du coli pendant un temps très court, de 3 à 5 secondes, cette irradiation produit une modification qui persiste au moins pendant 2 heures; en effet, en répétant toutes les deux heures des irradiations aussi brèves, on arrive au bout d'un certain nombre à produire la mort et la durée totale des irradiations isolées est la même que celle d'une irradiation unique prolongée nécessaire pour produire la mort.

La même persistance très longue de 24 et même 48 heures des effets produits par des irradiations très courtes qui paraissent inoffensives s'observe sur les infusoires et sur des tissus d'animaux supérieurs (expériences de Moycho).

Nous supposons que *sous l'influence d'une irradiation courte le microbe du charbon perd la possibilité de sécréter des ferments protéolytiques tout en gardant celle de produire des ferments amylolytiques.* Un tel microbe placé sur un milieu nutritif aura besoin d'hydrates de carbone pour se développer, il changera donc de régime alimentaire et il en résultera une modification de la forme et de toutes les propriétés biochimiques et biologiques du microbe; on obtiendra ainsi une forme nouvelle qui garde les caractères acquis pendant des milliers de générations.

La lumière apparaît donc ainsi comme un agent fondamental de l'évolution intervenant par l'attaque plus ou moins profonde des fonctions nutritives intimes de la cellule.

A 16 heures et quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures trois quarts.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 juillet 1914.

Carte générale bathymétrique des Océans, publiée par le Cabinet scientifique de S. A. S. le Prince de Monaco; feuilles B'II, B'III, B'IV. Paris, Erhard frères, s. d.; 3 feuilles in-plano. (Présenté par M. Lacroix.)

Biologische Untersuchungen, von Gustav Retzius; neue Folge, XVIII, mit XXI Tafeln. Stockholm et Iéna, 1914; 1 vol. in-f°. (Hommage de l'auteur.)

Nouvelles recherches sur la résistance de l'air et l'aviation, faites au Laboratoire d'Auteuil, par G. Eiffel; texte et planches. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914; 2 vol. in-4°. (Présenté par M. Lecornu. Hommage de l'auteur.)

Les rivières de France et la production de l'énergie électrique, par Édouard Payen. (Extr. de l'*Économiste français* du 11 juillet 1914, p. 47, 48 et 49.) 1 feuille in-4°.

Un inventaire de la « houille verte » dans l'Orne. État comparatif des forces hydrauliques de l'Orne en 1880 *et* 1900; Carte dressée par Henri Bresson en 1902, d'après les Cartes d'état-major et les documents officiels. (Supplément au *Nouvelliste de l'Orne* du 12 juillet 1914.) 1 feuille in-plano. (Hommage de l'auteur.)

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; t. CXXI, n° 1. Paris, 1914; 1 fasc. in-4°.

Recueil des travaux du Conseil départemental d'hygiène de la Gironde, année 1913, publié par les soins de M. L. Barthe; t. VII. Bordeaux, 1914; 1 vol. in-8°.

Annuaire de la Société de l'Industrie minérale; 1914-1915. Saint-Étienne, 1914; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers; 5e série, t. XVI, année 1913. Angers, G. Grassin, 1913; 1 vol. in-8°.

A monograph of the genus « Chordeiles » Swainson, type of new family of Goatsuckers, by Harry-C. Oberholser. (*United States national Museum*, Bulletin 86.) Washington, 1914; 1 vol. in-8°.

Ein Beweis des Fermat'schen Satzes, von Wilhelm Backes. Mayence, 1913; 1 fasc. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 AOUT 1914.

PRÉSIDENCE DE M. P. APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MINÉRALOGIE. — *Les roches basiques non volcaniques de Madagascar.* Note de M. A. Lacroix.

Dans une série de Notes antérieures, j'ai montré la complexité de composition des roches volcaniques basiques de Madagascar. La Grande île n'est pas moins riche en roches basiques grenues ou ophitiques, mises en place sous forme de massifs, de masses intrusives, de dykes.

A côté de types communs, ces roches en présentent d'autres particulièrement intéressants. La connaissance de cet ensemble permet la discussion de quelques questions théoriques importantes. Dans cette Note, je me propose seulement d'exposer brièvement le résultat de mes observations sur sa composition minéralogique et chimique, me réservant d'en tirer ultérieurement les conséquences qu'elle comporte.

Au point de vue géologique, il est nécessaire de distinguer les roches entrant dans la constitution du Massif central de celles qui se trouvent dans la région sédimentaire de l'Ouest.

Dans le *Massif central*, les roches basiques s'observent dans les conditions suivantes :

1° En intrusions ou en massifs. Leur âge est très ancien, certainement paléozoïque; leur mise en place est au moins en partie antérieure aux phénomènes qui ont donné sa cristallinité au complexe cristallophyllien.

2° En dykes plus ou moins épais, qui sont en partie postérieurs à la

série précédente, car ils coupent souvent la schistosité des deux séries cristallophylliennes; mais sauf cette donnée, leur âge ne peut être précisé en l'absence de formations sédimentaires datées. Les roches de beaucoup de ces dykes ont subi des déformations postérieures à leur formation, mais un nombre considérable d'entre elles sont d'une fraîcheur admirable et, à ce point de vue, sont comparables aux roches éruptives de la région sédimentaire, dont il sera question plus loin. Leur âge n'est peut-être pas très ancien et lorsque leurs dykes se trouvent, comme ceux de la périphérie de l'Ankaratra, au voisinage de centres volcaniques, on peut se demander si quelques-uns de ces dykes ne sont pas des cheminées décapées d'éruptions relativement récentes.

Péridotites. — Les péridotites, sont peu abondantes : ce sont des harzburgites ou des dunites; toutes celles que j'ai observées sont profondément serpentinisées. A Valojoro, au sud d'Ambositra, l'une d'elles présente des imprégnations de nouméite, semblables à celles des gisements nickelifères de la Nouvelle-Calédonie. Au mont Vohibory, dans le pays Mahafaly, ces serpentines sont traversées par des veines de magnésite.

Série gabbroïque. — Cette série est très complexe. J'y distinguerai les groupes suivants :

1° Dans le Betsiriry (Telomito, à l'est de Miandrivazo) se trouve, associée à des gabbros à facies pegmatique, une *anorthosite* à gros éléments, exclusivement formée de labrador. Dans la région d'Antanimoro (Androy). M. J. Giraud a constaté l'existence d'anorthosites labradoriques, renfermant par place de grands cristaux d'hypersthène et formant une sorte de pegmatite de norite. Ces types intéressants semblent être exceptionnels.

2° Par contre, sur les Hauts Plateaux, et notamment dans la région d'Ambositra, se rencontrent en abondance des roches oscillant entre des gabbros, des norites et des diorites : elles renferment parfois beaucoup de biotite, de l'orthose et du quartz, avec de la myrmékite. Ces roches possédant toujours la structure grenue sont associées au granite et en constituent parfois peut-être des facies de variation; elles m'ont paru dans d'autres cas être antérieures à cette roche.

3° Plus fréquents encore sont les gabbros normaux essentiellement formés de labradors et de diallage, auxquels s'adjoint très fréquemment de l'olivine. Le plagioclase peut être blanc, mais souvent il est coloré en violacé ou en noir par de fines inclusions ferrugineuses. L'hypersthène et

l'amphibole brune sont fréquents; par contre la biotite est exceptionnelle. Dans beaucoup de massifs, la structure est grenue, mais dans bien des cas, les feldspaths sont aplatis et la structure tend à l'ophitisme : ce type structurel, qui est habituel dans les dykes, caractérise des variétés de gabbros à comparer aux hypérites des pétrographes scandinaves. Comme dans ces roches, l'olivine présente très fréquemment, mais non pas constamment, des couronnes concentriques d'hypersthène et d'amphibole verte, auxquelles peut se joindre du spinelle. Il faut rattacher à cette série de nombreux types mélanocrates remarquables :

a. Gabbros à olivine très pauvres en feldspaths qui enveloppent pœcilitiquement les pyroxènes et l'olivine (Ambohibato, au nord de Moramanga). Ces roches passent à des sortes de wehrlites feldspathiques.

b. Gabbros plus riches en olivine qu'en pyroxènes, sortes de troctolites mélanocrates oscillant vers des péridotites. Ces roches renferment généralement du spinelle, avec (Anabohitsy, pays Mahafaly) ou non (Lohasaha, au pied de l'Angavo) de la hornblende.

c. Il faut noter aussi les diallagites à grands éléments de diallage bronzé, renfermant un peu d'hypersthène et de labrador, qui constituent le mont Ankitsika au nord-nord-ouest du lac Alaotra. Cette roche est l'aboutissant holomélanocrate d'un gabbro normal sans olivine. qui ne m'a paru jouer qu'un rôle tout à fait subordonné dans cette région.

Je désigne sous le nom d'*anabohitsite* une pyroxénite à olivine, hypersthène, hornblende de composition tout à fait singulière par suite de la présence d'environ 30 pour 100 d'ilménite et de magnétite. Cette roche, d'après les observations de M. J. Giraud auquel je la dois, forme la périphérie du massif de gabbro troctolitique d'Anabohitsy dont il a été question plus haut.

d. Les environs de Betafo renferment des dykes de roches extrêmement mélanocrates qui, à l'inverse des précédentes, sont caractérisées par la prédominance du pyroxène rhombique, soit à peu près seul (Ambohimasina), soit associé à plus ou moins d'augite (Tongafeno). Dans ce dernier cas, la petite quantité de feldspath qui existe est basique et forme de larges plages englobant les minéraux pyroxéniques, tandis qu'à Ambohimasina le plagioclase est acide et aplati. Toutes ces roches, qu'on pourrait appeler des *bronzitites feldspathiques* et dont l'analyse est donnée plus loin, correspondent à des types chimico-minéralogiques nouveaux.

4° Les roches basiques les plus abondantes sont celles qui possèdent la

structure ophitique franche ou la structure intersertale. Pour me conformer à l'usage, je les désignerai provisoirement sous le nom de *diabases*; elles constituent des dykes, qui sont surtout extrêmement nombreux dans la vaste région comprise entre la falaise de l'Est, limitant les Hauts Plateaux, et l'océan Indien. Elles ne présentent pas de particularités bien spéciales. Les types un peu quartzifères sont exceptionnels parmi les très nombreux échantillons que j'ai étudiés provenant de toutes les régions de l'île. Les types à olivine (ne présentant pas les couronnes périphériques si communes dans les gabbros hypéritiques) sont moins abondants que les diabases formées uniquement de plagioclases et d'augite, avec parfois un peu d'hypersthène.

Les analyses suivantes, effectuées par M. Boiteau (B.) et par M. Raoult (R.), représentent la composition d'échantillons très représentatifs de chacun des types, qui viennent d'être passés en revue :

a, *Anorthosite*, Telomito (Betsiriry) (R.); *b*, *gabbro-norite*, Ivony, W. d'Ambositra (B.); *c* et *d*, *gabbros-norites*, route d'Ambositra à Antsirabé (B.); *e*, *gabbro ouralitisé*, Analaidirano (Betsiriry) (B.); *f*, *gabbro à olivine*, Anabohitsy (M. Pisani); *g*, *anabohitsite*, id. (R.); *h*, *diallagite*, mont Ankitsika; *i*, *gabbro à olivine mélanocrate*, Lohasaha (B.); *j*, *bronzitite augitique et feldspathique*, Tongafeno (R.); *k*, *bronzitite feldspathique*, Ambohimasina (R.); *l*, *diabase quartzifère*, Manambalo, N. W. Vohémar (R.); *m*, *diabase*, Andohavary (R.); *n*, *id.*, Vavatenina à l'ouest de Fènerive (R.); *o*, *diabase à olivine*, Marovatana (R.).

(Voir à la page suivante pour ces analyses.)

Les roches éruptives de la *région sédimentaire* traversent le Lias et quelques-unes d'entre elles métamorphisent le Jurassique supérieur; leur âge ne peut être précisé davantage.

Si l'on ne considère que les roches basiques comparables à celles du Massif central, il est nécessaire de s'arrêter sur la région d'Ampasindava, où abondent ces gabbros riches en hornblende brune (avec ou sans olivine), que j'ai appelés *gabbros essexitiques*, à cause de leur parenté avec les monzonites néphéliniques à rapprocher de certaines essexites américaines. A Ambatofotsy, au nord de Manongarivo, se trouve un gabbro mélanocrate à olivine, identique à celui des environs de Moramanga décrit plus haut.

Beaucoup plus au Sud, dans l'Ambongo, les granites à ægyrine de l'Ambohitrosy sont associés à des gabbros très feldspathiques et à d'autres riches en olivine; enfin la roche principale du mont Fonjay est un gabbro normal associé à une roche blanche, essentiellement constituée par de la bytownite et de l'olivine, qu'il faut considérer comme une forme leuco-

crate des allivalites des Hébrides. Des observations concordantes de MM. E. Gautier, Perrier de la Bathie, Mouneyres et Baron, J. Giraud conduisent à considérer ces deux roches comme résultant de la différenciation sur place d'une même masse laccolitique.

	a.	*b.*	*c.*	*d.*	*e.*	*f.*	*g.*	*h.*
SiO^2	53,04	47,49	50,62	50,67	43,36	44,55	35,80	48,40
Al^2O^3	28,42	17,11	16,45	15,31	14,18	16,25	7,10	8,66
Fe^2O^3.......	1,00	4,83	2,61	4,58	7,28	1,90	7,72	0,95
FeO.........	0,59	6,63	7,02	6,67	9,98	14,40	20,78	10,12
MgO	0,32	4,95	6,61	5,25	7,32	9,43	12,12	14,59
CaO.........	11,92	9,90	9,23	7,48	11,80	6,29	4,60	14,69
Na^2O	3,58	2,80	3,04	2,84	2,48	3,29	0,16	0,54
K^2O	0,54	1,77	1,42	2,72	0,18	1,04	0,81	0,14
TiO^2.........	0,16	2,83	1,77	2,83	2,63	3,45	10,00	1,60
P^2O^5.........	0,12	0,77	0,39	0,88	0,31	0,06	0,19	0,07
H^2O (à 105°).	0,19	0,35	0,37	0,32	0,09	} 0,12	0,22	0,13
H^2O (rouge)..	0,44	0,31	0,18	0,13	0,48		0,53	0,31
	100,32	99,74	99,71	99,68	100,09	100,78	100,03	100,20
	I.5.4.4-5 Labradorose.	II (III).5.3 (4).4 Andose (Hessose).	(II) III.5. 3 (4).4 Camptonose (Andose).	II (III).5. 3.3 (4) Shoshonose (Andose).	III.5.3.5 Ornose.	'III.5.3 (4).4' Camptonose.	IV.3 [2].1.3 X.	VI.1[(1) 2].2.2 Palisadose.

	i.	*j.*	*k.*	*l.*	*m.*	*n.*	*o.*
SiO^2	43,90	48,93	53,48	53,30	50,26	47,08	44,44
Al^2O^3	11,26	8,79	6,47	17,69	14,47	14,98	13,62
Fe^2O^3..........	2,36	3,35	2,74	3,30	2,67	4,54	5,00
FeO...........	8,78	7,33	8,76	5,55	10,20	10,85	12,08
MgO...........	20,30	16,12	16,23	4,46	6,91	3,97	5,22
CaO...........	10,75	13,46	6,97	6,62	11,30	11,00	11,50
Na^2O	0,98	0,48	1,50	2,66	1,91	1,88	2,68
K^2O	0,24	0,20	0,97	2,14	0,43	0,86	0,61
TiO^2...........	0,59	0,59	1,20	0,81	1,07	2,40	2,98
P^2O^5...........	0,14	0,11	0,58	0,24	0,41	0,54	0,61
H^2O (à 105°)....	0,10	0,14	0,09	0,70	0,14	0,46	0,56
H^2O (au rouge).	0,66	0,79	0,79	2,71	0,22	1,72	0,96
	100,06	100,29	99,78	100,18	99,99	100,28	100,26
	IV.1 [(3) 4]. (1) 2.2	IV.1'(1').2.2 Tongafenose.	IV.1'[1].'2.2 X.	II'.5.3'.4 Andose.	III.5.4.4-5 Auvergnose.	III.'5.4.4-5 Auvergnose.	III 5.3 (4).4-5 Auvergnose.

Enfin, je rappellerai que toute la région sédimentaire voisine est traversée par un très grand nombre de dykes, les uns acides (microgranites, rhyo-

lites), les autres basiques. Le type dominant parmi ces dernières est une diabase à olivine, associée à des diabases sans péridot, les unes et les autres identiques à celles de l'est de l'île.

Voici les analyses de quelques-unes de ces roches : *a* et *b*, *gabbros essexitiques* de Nosy Komba (M. Pisani et B.); *c*, *gabbro à olivine mélanocrate*, d'Ambatofotsy (B.); *d*, *allivalite*, Fonjay (B.); *e*, *gabbro*, id. (B.); *f*, *gabbro* d'Ambohitrosy (B.); *g*, *gabbro à olivine*, id. (B.).

	a.	*b.*	*c.*	*d.*	*e.*	*f.*	*g.*
SiO^2	45,40	44,44	46,01	44,12	46,30	50,80	47,00
Al^2O^3	18,40	18,16	6,36	25,33	18,48	23,09	16,78
Fe^2O^3	0,77	5,97	4,22	0,87	1,66	3,90	2,15
FeO	6,70	5,34	7,52	3,85	5,63	3,65	8,70
MgO	7,45	5,59	16,95	9,51	10,13	1,08	9,18
CaO	13,20	14,03	15,10	14,19	13,51	11,30	12,70
Na^2O	2,31	2,12	1,11	1,16	2,18	1,97	2,42
K^2O	1,25	0,74	0,40	0,17	0,26	1,43	0,52
TiO^2	2,82	2,71	1,36	0,20	0,70	1,07	0,26
P^2O^5	0,17	0,22	0,70	0,10	0,09	0,29	0,05
H^2O (à 105) ..	1,00	0,07	0,11	0,11	0,21	0,43	0,16
H^2O (rouges).		0,70	0,48	0,25	0,99	1,25	0,36
	99,57	100,09	100,32	99,86	100,14	100,26	100,28
	(I)III.5.4.4-5	'III.'5.4.4-5	IV.1[2].2.2	II.5.'5.5	'III.5.4.4-5	(I)II.(4)5.4.4-5	III.5.4.4-5
	Auvergnose.		Palisadose.	Corsose.	Auvergnose.	Hessose.	Auvergnose.

Le grand intérêt théorique de ces roches, dont le caractère calco-alcalin n'est pas moins net que celui des gabbros et des diabases du Massif central, réside dans leur coexistence avec des roches alcalines. Le rôle de ces dernières est minime dans le massif du Fonjay, il est important dans l'Ambohitrosy, il prédomine dans la région d'Ampasindava.

Ainsi se précise peu à peu cette notion, si contraire aux idées généralement admises encore par nombre de pétrographes, de la fréquence de l'association *dans une même province pétrographique* de types alcalins et subalcalins dérivés du même magma, association dont j'ai fourni déjà des exemples à Tahiti, à la Réunion et dans les volcans du centre de Madagascar.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** fait savoir qu'il a transmis à ses Collègues la composition des six Commissions de défense nationale nommées dans la dernière séance et adresse des remercîments à l'Académie.

M. le **Marquis de Vogüé**, Membre de l'Académie française, Président de la *Croix-Rouge*, adresse des remercîments à l'Académie pour l'attribution qui lui a été faite du prix J.-J. Berger, destiné à l'hôpital militaire de l'Institut, à l'hôtel Thiers.

M. E. **Fauré-Frémiet** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

M. **Pierre Breteau** adresse des remercîments pour la subvention qui lui a été accordée sur le *Fonds Bonaparte*.

RADIOACTIVITÉ. — *Action de l'émanation du radium sur le gaz tonnant.* Note [1] de M. **Otto Scheuer**.

L'étude des réactions chimiques sous l'action des rayons α est susceptible d'élargir nos vues sur le mécanisme de ces réactions et par là d'apporter de nouvelles données à la théorie moléculaire. Les recherches faites dans cet ordre d'idées sont encore trop peu nombreuses pour qu'on puisse en déduire des conclusions bien nettes.

Il nous a paru utile d'entreprendre de nouvelles recherches en commençant par des systèmes les plus simples possibles (systèmes gazeux) pour en arriver à des systèmes plus complexes.

---

[1] Reçue dans la séance du 10 août 1914.

Expériences sur le gaz tonnant et sur l'oxygène à la température ordinaire.

Volume du ballon (en cm³)	1372,58	193,86	373,79	120,55	200	175,5	148,85
Rayon du ballon (en cm)	6,89	3,59	4,47	3,04	3,63	3,47	3,29
Volume du gaz à 760ᵐᵐ (en cm³) initial	1394,29	403,03	826,30	1774,1	405,53	364,4	288,11
Volume du gaz à 760ᵐᵐ (en cm³) final	1368,35	365,73	745,32	1762,1	380,72	272,26	287.67
Volume du gaz à 760ᵐᵐ (en cm³) disparu	25,94	37,30	80,98	11,97	24,81	92,14	0,44
Pression du gaz (en millim.) initial	772,0	1580	1680	11445	1541	1578	1471
Pression du gaz (en millim.) final	757,65	1433,8	1518	11367	1449,5	1179	1468,8
Curies d'émanation employée	0,0363	0,0613	0,1039	0,0274	0,0273	0,1399	0,061
$K = \frac{\text{cm}^3 \text{ gaz disparu}}{\text{curie-heure}}$	7,48	4,60	5,90	4,31	7,56	4,98	0,07
I_{max} en U.E.S.	$4,74.10^6$	$2,99.10^6$	$3.88.10^6$	$2,75.10^6$	$3,32.10^6$	$2,23.10^6$	$2,88.10^6$
a = nombre des paires d'ions formées par curie-seconde	$1,01.10^{16}$	$6,37.10^{15}$	$8,26.10^{15}$	$5,85.10^{15}$	$7,07.10^{15}$	$4,74.10^{15}$	$6,12.10^{15}$
b = nombre de molécules de gaz recombinées par curie-seconde	$5,66.10^{16}$	$3,48.10^{16}$	$4,46.10^{16}$	$3,26.10^{16}$	$5,71.10^{16}$	$4,21.10^{16}$	$5,29.10^{14}$
$\frac{b}{a}$	5,61	5,46	5,40	5,57	8,08	8,88	0,09
Gaz initial contient :							
H^2 en cm³, en excès	23,07	6,66	11,87	11,41	2,67	5,23	
H^2 en cm³ comme gaz tonnant	914,14	264,24	542,95	1175,14	268,58	239,44	
O^2 en cm³ comme gaz tonnant	457,07	132,12	271,47	587,57	134,29	119,72	
Gaz final contient :							
H^2 en cm³, en excès		10,36	20,13		5,09	10,11	
H^2 en cm³ comme gaz tonnant		236,91	483,46		250,43	174,76	
O^2 en cm³ comme gaz tonnant		118,46	241,73		125,22	87,38	
H^2 en cm³ ont formé H^2O		19,93	42,97		13,28	54,92	
O^2 en cm³ ont formé H^2O		9,96	21,49		6.64	27,46	
H^2 en cm³ ont formé H^2O^2		3,70	8,26		2,43	4,88	
O^2 en cm³ ont formé H^2O^2		3,70	8,26		2,43	4,88	
Mode opératoire	gaz et émanation mélangés				émanation dans une ampoule		O^2 et émanation mélangés
Date	15 au 22 déc. 1913	10 déc. 1913 au 5 janv. 1914	25 mars au 20 avril 1914	3 au 11 juill. 1913	13 au 26 mai 1913	16 janv. au 12 fév. 1914	22 avril au 30 avril 1914

Dans deux Notes, dont l'une, écrite en collaboration avec M. W. Duane [1], s'occupait de l'action des rayons α sur l'eau et la vapeur d'eau, l'autre [2] sur le système $CO + H^2$, nous avons exposé la méthode expérimentale et les résultats au point de vue chimique. Aujourd'hui, nous indiquerons de nouveaux résultats, obtenus par un processus analogue, avec le mélange tonnant $[2H^2 : O^2]$ d'une part et l'oxygène d'autre part. Le mélange tonnant a été produit par électrolyse d'une solution de potasse caustique, exempte de carbonate, entre des électrodes de nickel; il passait ensuite dans des tubes contenant respectivement KOH, H^2SO^4 ou P^2O^5. L'oxygène, obtenu par chauffage de $KMnO^4$, a été purifié par dilatations fractionnées dans l'air liquide.

Les résultats obtenus sont consignés dans les Tableaux ci-contre (p. 424).

Les conditions expérimentales rendent préférable l'emploi de ballons de dimensions réduites, mais on est limité par la nécessité d'utiliser aussi complètement que possible le parcours des rayons α; on était donc amené à réduire le volume des ballons au fur et à mesure qu'on augmentait la pression.

De l'examen des chiffres on tire les conclusions suivantes :

1° La combinaison de H^2 et O^2 est très intense; dans un cas même, on a eu une réaction spontanée accompagnée de l'explosion du ballon. Il a été impossible de reproduire ce phénomène.

2° On retrouve pour le gaz tonnant la constance du rapport $\frac{b}{a}$ qui se montrait déjà dans la décomposition de l'eau, où il était égal à l'unité, mais ici il est beaucoup plus grand. Cela peut s'expliquer en faisant intervenir, indépendamment du choc des rayons α, l'effet thermique. Cette constance, très visible lorsque le gaz et l'émanation sont mélangés, semble moins réelle lorsque l'émanation se trouve dans une petite ampoule à paroi mince; remarquons toutefois que nous avons dû, par suite de circonstances indépendantes de notre volonté, évaluer le nombre a qui intervient dans le rapport 8,08 par la méthode de calcul de MM. Duane et Laborde [3] comme nous l'avons fait pour les quatre premières expériences où le gaz et l'émanation étaient mélangés. Notons enfin que ce rapport est plus élevé lorsque l'émanation est contenue dans une ampoule mince que quand elle

---

[1] *Comptes rendus*, t. 155, 1912, p. 466; *Le Radium*, t. X, 1913.

[2] *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 1887.

[3] *Le Radium*, t. VII, 1910, p. 162.

est mélangée au gaz, parce que le parcours des rayons α est mieux utilisé dans le premier cas.

3° Les analyses du gaz démontrent la formation de H^2O et H^2O^2; certaines considérations électroniques portent à croire que l'eau formée est due en grande partie à la décomposition de H^2O^2. Ces analyses prouvent de plus l'absence d'ozone. Or, comme l'ozone ne saurait subsister en présence de H^2O^2 et de mercure (comme c'est le cas dans nos expériences), il nous a paru utile de faire des expériences sur l'oxygène dans des conditions semblables, afin de savoir s'il n'y a pas production d'ozone. Comme on le voit dans la dernière colonne du Tableau, il ne s'est formé que très peu d'ozone [1].

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'activité optique de composés chimiques sans carbone.* Note [2] de M. **A. Werner**, présentée par A. Haller.

Par des recherches antérieures il a été démontré que l'activité optique des composés chimiques est indépendante de la nature des valences qui unissent les atomes dans les molécules; ces valences peuvent être des valences principales ou des valences auxiliaires.

Cela est démontré par le fait que beaucoup de composés de coordination ont été reconnus être des racémiques et ont pu être dédoublés en leurs antipodes optiques. En outre, ces recherches ont prouvé que l'asymétrie de la configuration moléculaire, qui est la cause primaire de l'activité optique, n'est pas forcément due à une différence des atomes et des radicaux faisant partie de la molécule chimique, mais que l'arrangement dans l'espace d'atomes et de radicaux égaux peut également engendrer une structure asymétrique qui suffit pour produire l'activité optique. Ainsi les sels triéthylène-diamine-cobaltiques $(Co\,en^3)X^3$ ont pu être obtenus en isomères optiques. La configuration asymétrique des radicaux complexes des sels triéthylène-diamine-cobaltiques peut être représentée par les figures ci-contre [3].

Après que ces faits furent acquis, la question se posa : si le carbone est indispensable pour engendrer l'activité optique des composés chimiques, ou s'il peut exister des composés chimiques dont la composition ne comprend pas de carbone et qui présentent cependant l'activité optique. Or,

(1) M. Lind (*Monatshefte*, Wien, t. CXX, 1911) a obtenu avec l'oxygène une proportion bien plus forte d'ozone par suite de conditions expérimentales différentes.

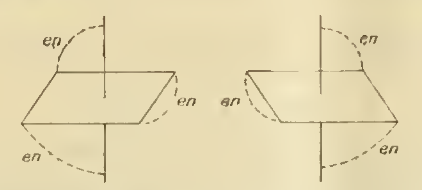
(2) Présentée dans la séance du 20 juillet 1914.

(3) L'abréviation *en* représente 1^{mol} d'éthylène-diamine $H^2N.CH^2.CH^2.NH^2$.

on connaît une série de composés répondant au point de vue de la constitution aux sels triéthylène-diamine-cobaltiques. Ce sont les sels *dodécamine-hexoltétracobaltiques*, dont le radical complexe peut être dérivé du radical des sels triéthylène-diamine-cobaltiques par substitution des 3^{mol} d'éthylène-diamine par 3^{mol} $\left[{}^{HO}_{HO} Co(NH^3)^4 \right] X$. La formule de constitution des sels dodécamine-hexoltétracobaltiques est la suivante :

$$\left[Co : \left({}^{HO}_{HO} : Co(NH^3)^4 \right) \right] X^6.$$

Ces composés ne contiennent pas de carbone et pouvaient par conséquent se prêter à l'étude de la question posée. Dans ce but, nous avons préparé



les sels de cette série avec les acides π-bromocamphosulfoniques actifs et nous les avons soumis à des cristallisations fractionnées. En les faisant cristalliser de leurs solutions acqueuses, acidulées avec un peu d'acide acétique pour empêcher la décomposition, on obtient des cristallisations présentant des pouvoirs rotatoires différents. Dans la plupart des cas les cristaux obtenus de la solution du *d*-bromocamphosulfonate ont dévié le plan de polarisation à gauche, mais nous avons aussi obtenu des cristaux qui le déviaient à droite, et souvent des cristaux qui étaient presque inactifs.

Un bromure ainsi obtenu présentant une activité spécifique $[\alpha]_{560} = 4000°$ donna à l'analyse les résultats suivants :

Substance : 0g,1047 .... $CO^2 = 0^g,0060$ $H^2O = 0^g,0403$

Un bromure inactif préparé en partant du bromocamphosulfonate inactif donna :

Substance : 0g,1183 .... $CO^2 = 0^g,0076$ $H^2O = 0^g,0407$

ce qui répond à :

Bromure actif pour 100	C = 1,56	H = 4,20
Bromure inactif pour 100........................	C = 1,59	H = 3,85

Le carbone s'y trouve probablement à l'état d'une trace de bromocamphosulfonate adhérent. Pour préparer le bromure absolument pur, on dissout le sel obtenu dans un peu d'eau froide et on le reprécipite en ajoutant à la solution aqueuse filtrée du bromure de sodium. Cette opération doit être exécutée très rapidement pour empêcher autant que possible l'autoracémisation.

Le bromure actif purifié de la manière indiquée ne contient plus de carbone, ce qui a été prouvé par l'analyse du bromure racémique et du bromure actif.

Bromure actif, substance : $0^g,1152$....	$CO^2 = 0^g,009$	$H^2O = 0^g,0453$
Bromure inactif, substance : $0^g,1294$...	$CO^2 = 0^g,0014$	$H^2O = 0^g,0518$
Bromure actif pour 100	$C = 0,00$	$H = 4,39$
Bromure inactif pour 100........................	$C = 0,1$	$H = 4,47$

L'activité optique spécifique des bromures obtenus varie entre

$$[\alpha]_{560} = 4000° - 4500°.$$

Il est impossible de préparer un bromure actif ne contenant absolument pas de racémique, parce qu'à la suite de l'autoracémisation une petite quantité du bromure actif est toujours transformée en bromure racémique.

Le pouvoir rotatoire maximum observé est le suivant :

Déterminations dans l'acétone aqueuse à 50 pour 100; concentration de la solution, $\frac{1}{20}$ pour 100; longueur du tube, 10^{cm}.

$$\alpha_{560} = -2°,25, \qquad [\alpha]_{560} = -4500°, \qquad [M]_{560} = -47610°.$$

Pour fixer la formule exacte du bromure actif nous avons encore déterminé le cobalt et le brome dans un sel qui avait un pouvoir rotatoire spécifique de 4054°. Concentration de la solution, $\frac{1}{20}$ pour 100; longueur du tube, 10^{cm}.

$$\alpha_{560} = -2°,027, \qquad [\alpha]_{560} = -4054°, \qquad [M]_{560} = -42891°.$$

Substance : $0^g,1299$..........	$CoSO = 0^g,0748$
Substance : $0^g,1401$..........	$AgBr = 0^g,1482$

Pour la formule $[Co(OH)^2Co(NH^3)^4]^5Br^6 + 2H^2O$:

	Calculé.	Trouvé.
Co	22,29	22,42
Br	45,32	45,11
H	4,38	4,39-4,47 (bromure inactif)

Le bromure actif se présente sous forme de petites paillettes de couleur brun grisâtre, il est très soluble dans l'eau. En solution, le pouvoir rotatoire diminue très rapidement, et après 2 heures la solution est devenue inactive.

Les recherches décrites démontrent que le pouvoir rotatoire est une propriété qui se présente aussi chez les composés ne contenant pas de carbone.

Dans ces recherches j'ai été aidé par M[lle] Dr.-S. Matissen, à laquelle j'exprime mes meilleurs remercîments.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Rôle de la valence dans l'additivité du diamagnétisme.* Note de M. **Paul Pascal**, présentée par M. E. Bouty.

La conservation du diamagnétisme naturel en combinaison, ou tout au moins l'existence d'un coefficient d'aimantation atomique particulier à chaque élément s'est vérifiée d'abord en Chimie organique, c'est-à-dire pour l'ensemble des corps où les éléments constituants conservent une valence invariable; cette dernière propriété nous a permis d'étendre l'additivité à certaines séries de la Chimie minérale, par exemple aux sels alcalins et alcalino-terreux.

Il est intéressant d'examiner ce que devient le principe d'additivité dans le cas de métaux tels que le mercure, l'étain ou le plomb, qui donnent deux séries de sels diamagnétiques.

L'étude des composés organo-métalliques correspondants nous avait déjà permis d'atteindre indirectement ces métaux; nous avions montré qu'ils y possédaient un diamagnétisme variable, décroissant au fur et à mesure qu'on s'élevait dans les séries homologues, et tendant manifestement vers une limite qui se confond avec le diamagnétisme propre au métal pur.

Rappelons pour mémoire les coefficients atomiques obtenus dans cette étude :

Métal M.	$M(CH^3)^n$.	$M(C^2H^5)^n$.	$M(C^4H^9)^n$.	$M(C^5H^{11})^n$.	Limite.	Métal pur.
Hg	$-46,0.10^{-6}$	40,8	36,1	35,4	33,1	33,4
Sn	40,5	33,9	31,1	30,9	29,9	30,3
Pb	49,6	47,5	33,3	32,1	29,5	$>24,8$

Nous dirons que, dans ces composés, le diamagnétisme du métal varie d'une *limite supérieure* à une *limite inférieure*.

Or, quand l'un de ces métaux est engagé dans une combinaison saline, on peut lui assigner un coefficient d'aimantation atomique constant dans chaque série de sels, et. chose intéressante, tandis qu'un de ces coefficients coïncide exactement avec la *limite inférieure*, l'autre avoisine toujours la *limite supérieure*.

La seule restriction à noter, bien en accord d'ailleurs avec ce que nous avons vu en Chimie organique, est relative aux sels halogénés. On y observe une dépréciation très nette du diamagnétisme, qui se produit par sauts brusques et peut s'interpréter par une diminution du coefficient d'aimantation spécifique de chaque atome d'halogène, s'opérant par parties aliquotes égales à $0,0237.10^{-6}$ (1).

Pour démontrer l'existence de coefficients atomiques χ_A, voici d'abord quelques nombres déduits, pour le plomb et l'étain, des coefficients d'aimantation moléculaire χ_M :

Métal tétravalent.	$-10^6.\chi_M$.	$-10^6.\chi_A$.	Métal bivalent.	$-10^6.\chi_M$.	$-10^6.\chi_A$.
$(CH^3CO^2)^4Pb$...	144,5	29,50	SO^4Pb........	80,0	46,4
$(C^3H^7CO^2)^4Pb$...	239,5	29,65	$(NO^3)^2Pb$.....	73,7	45,3
Cl^4Sn...........	115,3	34,9	SO^4Sn........	62,1	28,5

En combinaison saline, le plomb tétravalent et l'étain bivalent jouent donc le même rôle magnétique (29,6 au lieu de 29,9; 28,5 au lieu de 29,5) que dans les termes élevés de leurs combinaisons organométalliques. L'autre valence leur donne au contraire le diamagnétisme dont ils jouissent à l'autre bout de la série.

Quant au mercure, il est intéressant de noter qu'il possède exactement le même coefficient atomique dans les sels mercureux et dans les sels mercuriques; ce coefficient diffère notablement de celui du métal pur, mais voisine avec la valeur qu'on déduit des premiers termes de la série mercuro-organique :

Sels mercureux.	$-10^6.\chi_M$.	$-10^6.\chi_A$.	Sels mercuriques.	$-10^6.\chi_M$.	$-10^6.\chi_A$.
$(NO^3)^2Hg^2.2H^2O$.	137,7	41,7	SO^4Hg.............	75,1	41,5
SO^4Hg^2..........	112,4	39,4	$HgCl^2$.............	82,0	41,8
$(CH^3.CO^2)^2Hg^2$...	141,1	41,8	$\left(\begin{matrix} CH^2-CO \\ CH^2-CO \end{matrix}\!\!>N\right)^2 Hg$	130,8	41,2

Tout se passe donc comme si le mercure était bivalent dans les sels mer-

(1) *L'additivité des propriétés diamagnétiques.* Hermann, éditeur, Paris, 1913.

cureux, et comme s'il fallait en écrire les formules de façon à y faire figurer l'ion bivalent Hg^2. A ce point de vue, la magnétochimie se trouve d'accord avec les déterminations de Baker [1] sur les densités de vapeur du chlorure mercureux bien sec, comme avec les mesures de Ogg [2] sur la cinétique de la réduction des sels mercuriques et des sels d'argent par le mercure.

Il nous reste à montrer que le voisinage de plusieurs atomes d'halogène autour d'un même atome central déprime le diamagnétisme, en Chimie minérale comme en Chimie organique, par suite du jeu de leurs valences supplémentaires. On en trouvera la preuve dans le Tableau suivant, où les valeurs de cette dépréciation Δ du diamagnétisme ont été calculées en comparant le chiffre expérimental à celui qu'aurait donné l'additivité pure et simple :

	$-10^6.\chi_M$.	$10^6.\Delta$.		$-10^6.\chi_M$.	$10^6.\Delta$.
$HgCl^2$........	82,0	0	$PbCl^4$........	103,4	6,6
$HgBr^2$........	95,0	7,4	PbP^2........	51,1	7,4
HgI^2........	116,8	13,6	$PbCl^2$........	71,3	14,8
Hg^2Cl^2.......	117,1	5,5	$PbBr^2$........	99,9	7,2
Hg^2Br^2.......	114,4	29,2	PbI^2.........	128,9	6,2
Hg^2I^2........	117,3	54,3	$SnCl^4$........	115,3	ε
			$SnBr^4$........	149,2	$8,1+\varepsilon$

Il est impossible de donner pour le moment une règle qui permette de calculer la valeur de la dépréciation Δ, de sorte que, s'il existe un ensemble de règles d'additivité pour la plupart des sels diamagnétiques des acides oxygénés, il faut renoncer à de telles régularités dans la série des sels halogénés des métaux polyvalents et surtout des métaux à valence variable.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Analyse immediate du blé.* Note [3] de M. N.-A. Barbieri.

20^{kg} de blé poulard (*T. turgidum*), soumis à l'action successive des solvants neutres variés, ont donné, y compris les cendres, dix fractions distinctes.

Première fraction : Lavage. — 20^{kg} de blé poulard ($Ph = 0^g,101$ pour 100; $S = 0^g,161$ pour 100), débarrassés de toutes graines et matières étrangères, sont

(1) Baker, *Journal of the chemical Society*, t. LXXVII, 1900, p. 646.

(2) Ogg, *Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. XXVII, 1898, p. 283.

(3) Présentée dans la séance du 10 août 1914.

lavés à l'eau distillée qui se colore à peine. On concentre au bain-marie (B. M.) la solution filtrée qui, agitée avec le chloroforme, se divise en deux parties, l'une supérieure (*a*) aqueuse et l'autre inférieure (*b*) chloroformée.

Deuxième fraction : Macération. — Les grains lavés demeurent 15 heures environ dans l'eau distillée chloroformée. On agite et l'on filtre. La solution très colorée, concentrée au B. M., traitée avec le chloroforme, donne deux couches, l'une aqueuse (*aa*) et l'autre chloroformée (*bb*).

Troisième fraction : Épuisement à l'eau chaude. — On épuise à l'eau chaude (50°-60°) les grains macérés jusqu'à ce qu'ils soient tous ramollis en évitant de briser les écorces. On réduit (au B. M.) la liqueur filtrée qui, additionnée d'alcool fort, donne un précipité (α) qu'on sépare par filtration de la liqueur hydroalcoolique (*m*).

Quatrième fraction : Épuisement à l'eau bouillante. — On laisse bouillir les grains ramollis pendant 1 heure. Ils se gonflent et se brisent. On filtre sur une plaque de porcelaine trouée. La liqueur concentrée (au B. M.) additionnée d'alcool fort abandonne un précipité (β) qu'on sépare par filtration de la liqueur hydroalcoolique (*n*).

Cinquième fraction : Tamisage. — On passe au tamis les grains gonflés. La partie tamisée, traitée par l'alcool fort, se déshydrate, se dégonfle, se désagrège et se transforme en une masse blanche, homogène, finement granuleuse, qui a tout l'aspect d'une farine (M) sans le son, obtenue par coagulation alcoolique sans l'emploi des moyens mécaniques. On filtre et l'on sépare cette farine (M) de la liqueur hydroalcoolique (*o*).

Sixième fraction : Écorces et germes du blé. — Les écorces, formées de deux membranes, et les germes du blé restés sur le tamis épuisés à l'alcool fort, donnent, après filtration, une dernière solution hydroalcoolique (*p*).

Septième fraction : Solution chloroformée. — On réunit les solutions hydroalcooliques *m*, *n*, *o*, *p* et l'on distille la totalité de l'alcool. La solution aqueuse résiduelle concentrée (au B. M.) filtrée, agitée avec le chloroforme, se divise en deux parties, l'une supérieure aqueuse (*c*) et l'autre inférieure (*d*) chloroformée qu'on sépare par décantation. On distille le chloroforme de la partie (*d*) additionnée, au préalable, des solutions chloroformées (*b*), (*bb*).

On reprend le résidu par l'éther, on filtre, on distille l'éther et l'on reprend le résidu par l'alcool absolu. La solution alcoolique filtrée, évaporée dans le vide, laisse 2g d'une matière jaune (matière colorante jaune du blé) que je nommerai provisoirement *bléine*. La bléine est probablement une transformation physiologique de la chlorophylle vu que, avant la maturation, les diverses parties du blé (tiges, feuilles, glumes, glumelles, écorces des grains) sont vertes, et qu'après la maturation ces diverses parties deviennent toutes jaunes. La bléine ne présente pas la réaction du biuret et de l'acroléine, elle est insoluble dans l'eau, mais soluble dans la benzine, le sulfure de carbone, l'éther de pétrole, etc.

La partie aqueuse (*c*) additionnée d'alcool jusqu'à l'apparition d'un léger trouble, est dialysée. L'alcool gardant en solution plusieurs principes de cette partie (*c*) et

la préservant de toute altération éventuelle, permet plus facilement la dialyse de sels insolubles. On concentre (au B. M.) la liqueur dialysée et l'on y ajoute un excès d'acétone. Il se fait de suite un précipité, constitué par un mélange à parties égales de deux sels bien définis par leur analyse. Ces sels, purifiés par nouvelles dialyses et par nouvelles précipitations fractionnées à l'acétone, sont le phosphate monopotassique (KH^2PO^4) qui cristallise en aiguilles très fines et qui dialyse le premier, et le sulfate de potassium (K^2SO^4) qui cristallise en prismes rhombiques. On trouve parmi les produits de dialyse des solutions aqueuses (a) et (aa) ces mêmes sels, que les grains de blé avaient cédés à l'eau distillée, grâce à la perméabilité de leurs membranes. J'ai trouvé le phosphate monopotassique et le sulfate de potassium parmi les produits d'épuisements aqueux de blés qui avaient été récoltés de terres qui n'avaient pas reçu les engrais minéraux depuis des époques immémorées. L'analyse des sels dialysés démontre l'absence des chlorures et du phosphate monocalcique [$Ca(H^2PO^4)^2$].

Huitième fraction : Solution éthérée. — La farine (M), les écorces et germes du blé, les précipités (α) et (β), privés à la trompe de la totalité de l'alcool, sont épuisés à l'éther. On distille l'éther des solutions éthérées réunies et filtrées et l'on obtient 225^g d'un résidu huileux, qui, par agitation à l'acétone, se divise en deux parties, l'une (l) insoluble et l'autre (s) soluble qu'on sépare par décantation. La partie (l) est constituée par 211^g d'huile insoluble dans l'alcool, dépourvu de Ph, S, N, et des cendres, et de 6^g de stéarine. La partie (s) (résidu sec 8^g dont Ph = 0^g,221) contient traces de bléine, de la palmitine, de l'oléopalmitine et traces de phosphates qu'on sépare à l'aide de la dialyse éthérée [1]. Trois autres kilogrammes de blé poulard sont rapidement épuisés à l'éther. On filtre, on distille l'éther et l'on obtient un résidu huileux de 18^g,75 (Ph = 0,006 pour 100), qui, traité par l'acétone de la manière ci-dessus indiquée, donne les mêmes principes avec traces de phosphates.

Du fait que la totalité du Ph d'un extrait éthéré complet du blé se trouve seulement parmi les produits d'épuisement à l'acétone de ce même résidu, du fait que les prétendues lécithines sont insolubles dans l'acétone, il me semble prouvé ce que j'ai déjà annoncé sur la non-existence des lécithines [2].

Neuvième et dixième fractions : Cendres insolubles. — 1^{kg} de la farine (M) bien séchée et 1^{kg} des écorces et germes du blé sont incinérés. On obtient les sels insolubles de la farine (M) 0^g,30 pour 100 et les sels insolubles des écorces et germes du blé 0^g,62 pour 100. Ces sels insolubles sont en grande partie constitués par le sulfate de calcium et le phosphate tricalcique [$Ca^3(PO^4)^2$], les carbonates sont complètement absents.

---

(1) *Comptes rendus*, 1er août 1910.

(2) N.-A. Barbieri, *Sur la non-existence des lécithines libres ou combinées dans le jaune d'œuf et dans les structures biologiques* (*Comptes rendus*, t. 155, 22 juillet 1912, p. 312); *Analyses rapides du jaune d'œuf. Non-existence de la lécithine* (IXe Congrès international des Physiologistes, Groningue, les 2-6 septembre 1913, p. 14); *Non-existence du phosphore organique et de l'acide glycérophosphorique dans les structures biologiques animales et végétales* (*Id.*, p. 15).

On avait jusqu'à présent déterminé les matières minérales des plantes uniquement d'après l'étude de leurs cendres. On avait dosé les acides et les bases des cendres et l'on avait, par le calcul, reconstitué les sels, sans trop se préoccuper des altérations de toute sorte que la haute température atteinte par l'incinération pouvait exercer sur les matières minérales préexistantes.

Grâce à la méthode que je viens de signaler, on peut maintenant séparer des céréales : 1° la totalité de sels solubles par la dialyse; 2° par l'incinération, les sels insolubles que probablement la haute température atteinte par l'incinération n'a pas altérés.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur une modification de l'amygdalinase et de l'amygdalase due au vieillissement.* Note [1] de MM. **Gabriel Bertrand** et **Arthur Compton**, présentée par M. E. Roux.

On sait que les préparations diastasiques perdent peu à peu leur activité sous l'influence du temps, même lorsqu'on les conserve en vases clos et à l'abri de la lumière. Quelquefois cette perte est assez rapide et devient complète en quelques mois, comme avec la tyrosinase du son et surtout la pectase de la luzerne; d'autres fois, au contraire, elle est très lente et se poursuit durant des années, comme avec l'émulsine des amandes et la laccase de l'arbre à laque. Mais on ignore les autres modifications qui accompagnent le vieillissement des préparations diastasiques, on ne sait rien du mécanisme de ce phénomène général.

Nous avons observé, en étudiant d'une façon minutieuse les conditions d'activité des diastases retirées des amandes un fait nouveau et vraiment curieux, dû au vieillissement : c'est le changement de la réaction optimale, c'est-à-dire de la concentration en ions hydrogène la plus favorable à l'action diastasique.

Au cours des recherches comparatives que nous avons publiées sur les diastases qui se trouvent réunies dans la préparation d'amandes habituellement appelée *émulsine*, nous avons déjà signalé que l'amygdalinase et l'amygdalase atteignaient leur maximum d'activité dans un milieu nettement alcalin à la phtaléine du phénol [2].

---

(1) Présentée dans la séance du 3 août 1914.

(2) *Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 360.

Nous nous étions servis d'une préparation datant de quelques mois qui donnait avec l'eau, comme presque toutes les préparations diastasiques, une solution alcaline à l'hélianthine et acide à la phtaléine. A la concentration de 5^{mg} dans 4^{cm^3}, la réaction, évaluée suivant Sörensen ([1]), par la méthode colorimétrique au *p*-nitrophénol, équivalait à une teneur en ions hydrogène de $10^{-6,3}$.

En faisant agir 5^{mg} de cette préparation diastasique sur $0^{g},622$ d'amygdaline en présence de quantités variables de soude ou d'acide sulfurique, nous avons trouvé, le volume total du liquide étant de 33^{cm^3} et l'action prolongée 2 heures à la température de $+57^{\circ}$, dans un bain-marie, des proportions de glucoside dédoublé qui, d'après les dosages de l'acide cyanhydrique, étaient représentées par la courbe (décembre 1910) située le plus à droite de la figure.

Ces résultats montrent que l'hydrolyse du glucoside, par l'amygdalinase, présentait alors son maximum d'activité lorsqu'on ajoutait au mélange en réaction une petite quantité de soude, égale à $0^{cm^3},6$ de solution centinormale, c'est-à-dire double de celle qui était nécessaire pour obtenir la saturation en présence de la phtaléine du phénol.

La même courbe était obtenue en dosant, non plus l'acide cyanhydrique, mais le pouvoir réducteur, c'est-à-dire en déterminant l'activité de l'amygdalase.

Or, en recommençant nos déterminations deux ans plus tard, en juillet 1912, dans des conditions absolument identiques aux précédentes, nous avons été surpris par la différence des résultats obtenus : les nouveaux résultats donnaient bien encore une même courbe avec l'amygdalinase et l'amygdalase, mais cette courbe, au lieu d'être simplement décalée dans le sens de la hauteur et de présenter un sommet un peu plus bas que celui de la courbe de 1910, à cause de la faible perte d'activité due à l'influence du temps, était aussi décalée dans le sens latéral, son sommet se trouvant, cette fois, dans une région de plus grande richesse en ions hydrogène, correspondant même à une acidité très nette à la phtaléine du phénol.

Avant d'admettre d'une façon définitive cette modification diastasique, nous avons tenu à reproduire nos expériences après une seconde attente de deux années. Les derniers résultats, que nous venons d'obtenir, montrent que le phénomène s'est encore un peu accentué. On en jugera, sinon par

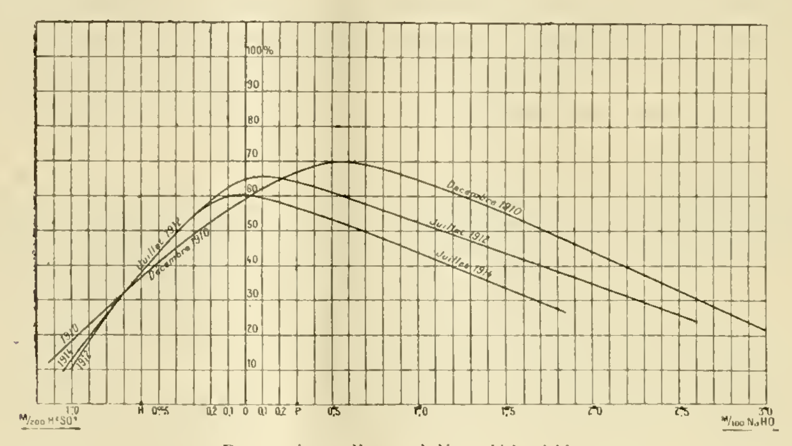
---

([1]) *Comptes rendus des travaux du Laboratoire de Carlsberg*, t. VIII, 1909, p. 1, et 1910, p. 396.

les dosages qui ne peuvent trouver place ici ([1]), du moins par la courbe de juillet 1914 que nous donnons dans la figure.

Notons, en terminant, que notre préparation diastasique a été conservée dans un flacon bien bouché et à l'obscurité, et qu'elle fournit aujourd'hui, en solution aqueuse, pratiquement la même réaction qu'au début de nos expériences.

Nous sommes donc autorisés à dire que, sous l'influence du temps,



Proportions d'amygdaline dédoublée.
O, réaction naturelle; H, neutralité à l'hélianthine; P, neutralité à la phtaléine.

l'amygdalinase et l'amygdalase retirées des amandes non seulement perdent avec une grande lenteur leur activité diastasique, mais qu'elles exigent une concentration optimale en ions hydrogène de plus en plus grande. Dans la théorie des actions diastasiques émise par l'un de nous, le curieux phénomène de vieillissement que nous signalons peut s'expliquer par une plus grande résistance de la complémentaire activante à l'action destructrice des ions hydrogène et par une plus faible activation de ceux-ci vis-à-vis du glucoside.

La séance est levée à 16 heures.

A. Lx.

([1]) Pour les détails et les chiffres, voir le Mémoire qui paraîtra ultérieurement.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 AOUT 1914.

PRÉSIDENCE DE M. P. APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations de l'éclipse de Soleil du* 21 *août faites aux Observatoires d'Alger et de Paris.* Note de M. **B. Baillaud.**

Un télégramme de M. Gonnessiat fait connaître qu'à l'Observatoire d'Alger l'éclipse a été observée dans de bonnes conditions. On a noté les contacts, fait des mesures des cornes, obtenu trente clichés photographiques, étudié l'ionisation. Les heures de contact ont manifesté, par rapport aux heures calculées, les corrections suivantes : premier contact, moins 25 secondes; dernier contact, moins 38 secondes.

A l'Observatoire de Paris, MM. Bigourdan, Boquet, J. Chatelu, Le Morvan ont fait des observations; je laisse à M. Bigourdan le soin de présenter à l'Académie les observations qu'il a faites lui-même, et le remercie du soin qu'il a pris dans la préparation générale du travail. Voici un résumé des rapports que m'ont remis les autres observateurs :

M. Boquet a observé à la lunette de Cauche, à monture azimutale; l'objectif de $15^c,5$ d'ouverture a été diaphragmé à 7^c; l'oculaire était muni d'une glissière, avec un verre prismatique de couleur. La lunette était placée sur la terrasse, en face la fenêtre-porte centrale de la façade Sud, sur le méridien de Cassini. M. Boquet a observé le premier contact à $11^h5^m21^s$ (temps légal); il a utilisé les chronomètres 397 W. de t. m. et 86 W. de t. s. Il estime que l'erreur de cette observation ne doit pas dépasser 2 secondes. La pluie survenue vers midi l'ayant obligé à rentrer la lunette, il n'a pu la réinstaller pour le second contact.

M. J. Chatelu a observé à la lunette visuelle de l'équatorial photographique dont l'objectif de $3^m,60$ de foyer et $0^m,25$ d'ouverture était diaphragmé à $0^m,10$.

Le premier contact a été noté à $11^h5^m16^s,8$ et le dernier à $13^h27^m20^s,4$ (temps légal). M. Chatelu pense que le premier contact a été observé un peu tard. Le disque du Soleil présentait une belle tache qui a été occultée entre $11^h30^m31^s$ et $11^h32^m14^s$. Le ciel était nuageux au début de l'éclipse, très nuageux au moment de l'occultation de la tache, puis couvert, avec pluie, vers 12^h30^m; nuageux ensuite.

M. Le Morvan, à la lunette visuelle de l'équatorial de la Faculté des Sciences, a noté le premier contact à $11^h5^m11^s$, le second à $13^h27^m15^s$. Il estime que la première observation a été faite dans des conditions assez bonnes, malgré l'état nébuleux du ciel. Au moment du second contact, le ciel était fortement nuageux et le disque de la Lune, éclairé par la lumière diffuse, présentait très peu d'opposition avec le Soleil.

A la lunette photographique du même instrument, M. Le Morvan a pu obtenir quatre clichés photographiques de l'éclipse quelques minutes avant le dernier contact, à $13^h21^m,5$; $13^h22^m,5$; $13^h23^m,5$ et $13^h24^m,5$.

PHYSIQUE. — *Deuxième série d'essais pour l'accroissement des champs magnétiques actuels. Emploi de l'eau avec le nouveau mode de refroidissement.* Note [1] de MM. **H. Deslandres** et **A. Perot**.

Nous poursuivons depuis une année dans une voie nouvelle des recherches spéciales qui ont pour but de réaliser un grand accroissement des champs magnétiques, et nous avons essayé plusieurs types nouveaux d'électro-aimants qui diffèrent des électro-aimants antérieurs par leur poids et leurs dimensions relativement faibles, par la position plus avantageuse des bobines électriques dans le plan de l'entrefer, et surtout par l'emploi de courants électriques plus intenses combiné avec un refroidissement nouveau, plus énergique, des conducteurs et des bobines. Les premiers résultats ont été exposés dans deux Notes successives à l'Académie [2].

---

[1] Présentée dans la séance du 17 août 1914.

[2] Ces deux Notes successives sont : *Contribution à la réalisation de champs magnétiques élevés* (*Comptes rendus*, t. 158, 26 janvier 1914, p. 226) et *Projet d'un électro-aimant susceptible de donner un champ magnétique de* 100000 *gauss* (*Comptes rendus*, t. 158, 9 mars 1914, p. 658).

Nos électro-aimants, relativement petits, qui sont encore dans la période des essais, ont pu être opposés au très grand électro-aimant qui a été proposé récemment par Weiss et Cotton, et présenté par eux à l'Université de Paris et à l'Académie des Sciences. Ce dernier électro est tout semblable aux électro-aimants Weiss du dernier type ; il est seulement beaucoup plus gros. Les noyaux polaires du fer ont 1^{m} de diamètre et son poids total atteint 100 tonnes (85^{t} de fer et 15^{t} de cuivre); il réalise un progrès par la très grande augmentation du métal soumis à l'aimantation. La comparaison avec nos types nouveaux d'électro-aimants a donné lieu à une discussion fort intéressante devant la Société de Physique et devant une Commission spéciale dite « de l'Aimant », qui a été formée au sein de l'Académie. Il semble inutile de reprendre ici les arguments présentés de part et d'autre, d'autant que les procès-verbaux de la Commission de l'Aimant seront prochainement publiés [1].

Nous restons d'ailleurs persuadés que les grands progrès dans la question qui nous occupe seront obtenus, non par de grosses masses de fer bientôt saturées, mais par l'emploi judicieux de courants intenses et de grandes quantités d'énergie sous la forme électrique. Il faut, comme nous le disions expressément dans notre première Note, augmenter non le champ du fer, mais le champ du courant seul qui, autant que l'on sait actuellement, peut croître sans limites. Cela est tellement vrai que Weiss et Cotton, pour atteindre avec leur grand électro en fer dans un premier projet 80000 gauss, puis dans un second 100000 gauss, ont dû lui adjoindre des bobines supplémentaires, parcourues par un fort courant, et en fait absolument semblables aux bobines que nous avons employées les premiers dans nos essais de 1913. Ces bobines ont la particularité d'être placées dans l'entrefer même et d'avoir un creux beaucoup plus petit que les grosses bobines consacrées à l'aimantation du fer. Alors que ces der-

---

[1] La Commission de l'Aimant, qui a été nommée non par l'Académie, mais par son président actuel, M. Appell, a recommandé la construction de l'électro-aimant de 100 tonnes et elle a admis implicitement nos électro-aimants plus petits, puisqu'elle réclame pour le Laboratoire magnétique de la Sorbonne les 2000 kilowatts qui nous sont nécessaires, alors que l'électro-aimant de Weiss et Cotton exige seulement 350 kilowatts. Elle a proposé de nous accorder une subvention de 50000^{fr} pour la continuation de nos essais.

Deux articles sur la question ont été publiés récemment par Cotton dans la *Revue générale des Sciences;* pour les bien comprendre, il faudrait avoir sous les yeux les procès-verbaux de la Commission de l'Aimant.

nières grosses bobines, éloignées de l'entrefer, ont dans les électro-aimants antérieurs un champ propre de 2000 gauss environ, nos petites bobines de l'entrefer, dans les essais de 1913, ont donné un champ de 8000 à 12000 gauss, et, dans les essais que nous décrivons aujourd'hui, le champ propre des bobines, comme on le verra plus loin, est beaucoup plus élevé.

L'idée d'accroître le champ magnétique par l'accroissement du courant et de l'énergie électrique n'est pas nouvelle; elle se présente naturellement à l'esprit; mais, comme beaucoup d'idées similaires, elle vaut seulement par l'application qu'on en fait, et cette application est difficile. Certes l'industrie actuelle fournit aisément de bonnes machines qui produisent un courant continu et constant de plusieurs milliers d'ampères, sous un nombre élevé de volts; mais la chaleur de Joule développée par ces courants dans un conducteur de faible section est énorme, et elle doit être enlevée aussitôt qu'elle est produite; c'est là qu'est le nœud de la question. Aussi, dès le début, avons-nous concentré nos efforts sur le point capital du refroidissement des bobines.

Dans l'examen et la comparaison des divers modes de refroidissement, plusieurs éléments sont à considérer. Il y a d'abord la densité maxima du courant dans le conducteur électrique et dans la section axiale de la bobine, ou, ce qui revient au même, le nombre de calories absorbé par seconde dans l'unité de volume de la bobine. De plus, le plus souvent, la bobine ne peut pas s'étendre dans tous les sens; elle est limitée soit dans le sens de l'axe, soit dans le sens perpendiculaire; et cette limitation spéciale entre en ligne de compte. De toute façon, on peut affirmer que tout progrès dans le refroidissement des bobines assure un progrès correspondant du champ magnétique.

C'est pourquoi, dans nos essais de l'année dernière, nous avons cherché à concentrer et à absorber, dans un volume aussi petit que possible, les 60 ou 80 kilowatts qui étaient disponibles. Nous avons pu ainsi absorber 2 kilowatts par centimètre cube de la bobine, ce qui dépassait de beaucoup tous les résultats similaires obtenus jusqu'alors. Ces essais ont été faits dans une vraie bobine, qui a fonctionné pendant plusieurs minutes, et dont le champ magnétique a été mesuré exactement par le phénomène de Zeeman, c'est-à-dire par la seule méthode vraiment précise.

Le nouveau mode de refroidissement employé par nous avait montré toute sa valeur, et le résultat a été exactement celui que nous avions en vue. On a remarqué que le même champ magnétique, dû au courant seul, aurait pu être obtenu avec la même dépense d'énergie et une bobine beau-

coup plus grande, en employant un refroidissement plus simple et moins énergique. La remarque est juste; mais, si l'on applique le nouveau mode de refroidissement à la bobine agrandie, on peut accroître immédiatement le champ magnétique. L'augmentation du champ reste toujours étroitement liée à la puissance du refroidissement; et c'est ainsi que nos essais de 1913 nous ont permis d'affirmer les premiers la possibilité de doubler ou même de tripler les champs actuels.

Nous rappellerons brièvement les avantages de notre mode de refroidissement. Dans les électros Weiss du dernier type, la bobine est formée par un conducteur creux qui est refroidi à l'intérieur par un courant d'eau et recouvert à l'extérieur par une substance solide isolante. La section du conducteur est circulaire à l'intérieur et carrée à l'extérieur. Dans nos bobines, d'autre part, le conducteur est un ruban large et mince, qui, pour la même section, a une surface beaucoup plus grande, et cette surface est entourée de tous côtés par le liquide refroidissant, qui joue en même temps le rôle d'isolant. Le mouvement du liquide a lieu, non dans le sens de la longueur du ruban métallique, mais dans le sens de sa largeur. Les conditions sont *a priori* plus favorables.

Dans nos premiers essais de 1913 (voir Note de janvier 1914), avec du pétrole refroidi à -25°, nous avons fait passer 1800 ampères dans 1^{mm^2} de section lorsque le conducteur était unique et 550 ampères lorsque les conducteurs étaient multiples et rapprochés le plus possible de manière à constituer une bobine. La pression du liquide était de 2^{atm} au plus et l'élévation de température de 20°. Peu après, Weiss et Cotton (Société de Physique, février 1914) ont annoncé avoir obtenu 700 ampères au millimètre carré dans un conducteur unique long de $0^{\text{m}},50$ refroidi par leur système, l'eau étant à la pression de 7^{atm}, et échauffée de 70°. Ils n'ont pas fait d'essais avec une vraie bobine. La comparaison des deux groupes d'expériences paraît plutôt à notre avantage.

On nous a objecté, il est vrai, et justement, que la nécessité de refroidir le pétrole au-dessous de 0° était un gros inconvénient; aussi nous avons remplacé le pétrole par l'eau ordinaire, telle qu'elle est donnée par les canalisations urbaines et nous avons obtenu (voir la Note de mars 1914) avec un conducteur unique 4000 ampères au millimètre carré dans un ruban de cuivre. Plus récemment, avec un ruban unique d'argent de $\frac{1}{20}$ de millimètre, nous sommes allés jusqu'à 7000 ampères au millimètre carré. L'eau s'annonce comme un réfrigérant de premier ordre avec notre système, surtout si l'on prend des précautions particulières contre l'électrolyse.

L'application d'un procédé de refroidissement au problème qui nous occupe présente trois étapes successives : essais avec un conducteur unique, essais avec une petite bobine, essais avec une grande bobine capable d'assurer un grand accroissement du champ magnétique. Or, nous avons fait déjà les deux premières étapes avec le pétrole refroidi, et la première étape avec l'eau. Nous présentons aujourd'hui les essais de la deuxième étape, avec l'eau et une petite bobine.

Auparavant nous indiquerons brièvement une propriété de notre mode de refroidissement, non encore mise en relief. Dans le système de Weiss, avec les courants intenses, la longueur du tube servant de conducteur électrique, qui est parcouru par le même courant d'eau, ne dépasse pas 50^{cm}; et, dans leur bobine supposée grande, le nombre des entrées et sorties de l'eau est grand également, d'où une complication réelle. Le diamètre de la bobine est limité, et sa longueur seule peut croître indéfiniment. Dans notre système, les conditions sont inverses; la longueur de la bobine est limitée (environ 50^{cm}); mais son diamètre peut croître autant qu'on veut, la disposition des pièces restant aussi simple. Il suffit d'augmenter la section de la conduite qui amène l'eau dans la bobine parallèlement à son axe. Or, dans la bobine Weiss, lorsque la longueur augmente, le champ magnétique tend vers une limite finie; dans notre système, avec des épaisseurs croissantes de la bobine, le champ augmente indéfiniment.

Pour toutes ces raisons, nous avons été conduits à poursuivre les essais avec l'eau et notre mode de refroidissement; mais nous avons été arrêtés un moment par le manque de ressources. Les demandes de subvention faites à la fondation Debrousse et à la fondation Bonaparte n'avaient pu être acceptées. Heureusement nous avons été aidés par une femme de cœur et d'intelligence, la princesse de Polignac, qui consacre sa grande fortune à toutes les belles choses de l'art et de la science et qui a offert généreusement de supporter les frais des premiers appareils. D'autre part, nous avons trouvé le meilleur accueil auprès des industriels, qui ont mis à notre disposition l'énergie électrique.

La Compagnie générale de Distribution électrique de Paris, dont le président est notre confrère M. Léauté, nous a offert généreusement l'hospitalité dans son usine de Saint-Ouen, et a commencé pour nous une installation spéciale. Enfin, les Grands Magasins du Bon Marché, qui ont une usine électrique très remarquable, ont mis aimablement à notre disposition une grande dynamo à courant continu de 600 kilowatts, mue par un moteur Diesel. Cette machine, extrêmement souple, convenait admirablement

pour nos expériences, et nous avons pu l'utiliser, pendant quatre soirées du mois de juillet, après la fermeture du magasin, de $8^h 30^m$ à 11^h. Nous adressons de vifs remercîments à M. Caslot, directeur du Bon Marché, à M. Hocquart, ingénieur des Arts et Manufactures, chef du service électrique, et à son adjoint M. Burty, ingénieur des Arts et Manufactures.

Pendant ces quatre séances, nous avons pu essayer deux nouveaux appareils numérotés 3 et 4, les appareils nº 1 et nº 2 étant ceux de 1913. Nous avions pour but, non de réaliser le champ magnétique maximum, mais d'étudier par des moyens simples et peu coûteux notre mode de refroidissement avec l'eau et une vraie bobine.

La figure 1 donne une coupe de l'appareil nº 3 suivant l'axe AA′ de la bobine, axe qui est maintenu vertical. La bobine elle-même (*bcde* sur le dessin) est cylindrique avec un creux de 3^{cm}, prolongé en *fg* et *hi* au delà des parois de la boîte en bois *klmn* qui contient le tout. Le creux est vide ou occupé par deux longs noyaux polaires en fer de même forme; dans les deux cas, au centre de la bobine, se trouve une étincelle électrique entre électrodes de zinc, dont la lumière, émise dans la direction AA′, parallèle aux lignes de force, est reçue dans un grand spectrographe et assure, ainsi que dans nos essais de 1913, la mesure précise du champ magnétique.

La bobine elle-même comprend 62 spires formées par un ruban d'argent vierge, large de 40^{mm} et épais de $0^{mm},5$ pour les 40 premières spires, et $0^m,75$ pour les 22 autres. Ces épaisseurs sont déterminées par la condition que deux spires consécutives aient entre elles, pour un courant de 4000 ampères, une différence de potentiel inférieure à 1,4 volt : l'électrolyse de l'eau interposée est alors impossible; elle commence seulement pour certaines spires au delà de 4000 ampères.

L'intervalle refroidi par l'eau, entre deux spires, est environ de $0^{mm},5$; il est maintenu par des lamelles de fibre placées de distance en distance. L'eau, qui provient de la canalisation urbaine, entre obliquement à droite, traverse les spires, quelque peu gênée par le cylindre creux central, et se déverse à gauche; dans les bobines, elle est à une pression inférieure à 2^{atm} et sa vitesse ne dépasse pas 60^{cm} à la seconde.

Dans cette bobine, la circulation de l'eau est assez défectueuse, et la forme générale est éloignée de la forme optima. On a recherché avant tout les facilités de construction, l'appareil étant destiné à de simples essais.

La grande dynamo du Bon Marché permettait d'avoir rapidement et de maintenir toutes les intensités de courant entre 1000 et 6000 ampères.

Nous sommes allés d'abord de 1000 à 4000 ampères, puis à 5000 et 6000 ampères. Dans cette seconde partie de l'expérience, l'électrolyse de

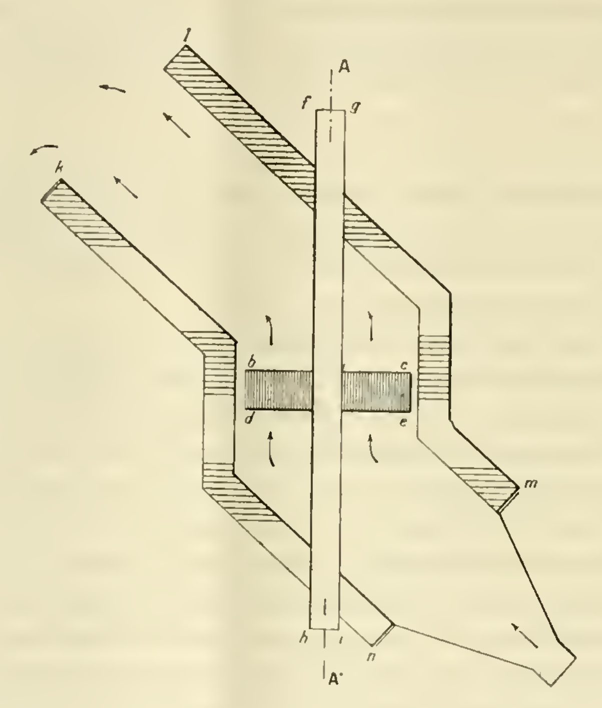


Fig. 1. — Coupe de l'appareil n° 3 suivant l'axe AA' de la bobine.

bcde, bobine de 62 spires en argent vierge; les spires sont trop rapprochées pour être représentées individuellement; *fghi*, cylindre creux métallique, de 30mm de diamètre extérieur, autour duquel est enroulé le ruban d'argent; *klmn*, boîte en bois épais, qui renferme la bobine et la canalisation d'eau. Les flèches indiquent les directions successives des filets d'eau qui traversent la bobine.

l'eau, qui s'est certainement produite, n'a apporté aucune gêne; et les bulles de gaz à la sortie ont été à peine perceptibles. Le Tableau suivant résume les mesures faites avec la bobine sans noyau de fer.

Nombre d'ampères.	Nombre approximatif de volts.	Nombre de gauss mesuré sur une épreuve photographique.
1100	15	9100
3000	43	24800
4000	59	34300
5000	71	40800
6000	95	48600

Les champs magnétiques sont, dans la limite de précision des mesures, proportionnels à l'intensité du courant, et égaux, d'autre part, aux champs

calculés avec cette intensité et la formule classique du champ magnétique des bobines cylindriques.

L'appareil n° 4, représenté en coupe dans la figure 2, est plus petit que le précédent et plus voisin de la forme définitive; la construction est aussi plus soignée, toutes les parties étant métalliques. La bobine, qui est trapézoïdale avec un creux de 2^{cm}, a la forme du rendement maximum; elle est constituée par une bande d'argent longue de 17^{m}, épaisse de $0^{mm},3$, et enroulée sur un cylindre creux de 2^{cm} de diamètre extérieur; sa largeur varie de 2^{cm} à 12^{cm} suivant une loi parabolique. L'intervalle de deux spires voisines est $0^{mm},3$, l'eau étant amenée et évacuée par deux ajutages latéraux, normaux à l'axe et opposés l'un à l'autre.

Dans une bobine trapézoïdale, comme on sait, toutes les spires ont la même résistance et dégagent la même quantité de chaleur; il convient donc de les balayer avec des quantités d'eau égales. Or cette condition est très près d'être réalisée automatiquement; car le débit d'eau pour une spire donnée est, d'une part, proportionnel au rayon et, d'autre part, d'après la loi de Poiseuille, en raison inverse de la largeur de la spire ou de son rayon; il est donc le même pour toutes les spires. La bobine cylindrique, dont les épaisseurs de cuivre croissent avec la distance au centre, n'offre pas cet avantage; il y a excès d'eau à la périphérie.

La bobine a été essayée sans noyau de fer, avec une étincelle de zinc en son milieu; le Tableau suivant résume les résultats :

Nombre d'ampères.	Nombre approximatif de volts.	Nombre de gauss mesuré sur une épreuve photographique.
1040	12	10300
3150	40	29800
4100	54	42600
5000	68	49900

L'appareil donne avec une dépense d'énergie notablement moindre (340 kilowatts au lieu de 570 kilowatts) un champ plus élevé que l'appareil précédent [1]. Un accident de montage avait d'ailleurs amené la mise en court circuit de sept spires; autrement le champ se serait élevé à

[1] L'énergie dépensée avec la bobine n° 4 est moindre pour deux raisons : le creux est plus petit (2^{cm} au lieu de 3^{cm}), et l'énergie, pour le même champ, est proportionnelle au diamètre du creux. De plus, la bobine a une forme meilleure, qui assure un rendement plus élevé.

64000 gauss. Avec l'intensité de 5000 ampères, les premières spires ont supporté 830 ampères au millimètre carré. L'appareil était en réparation, lorsque la mobilisation générale a été décrétée.

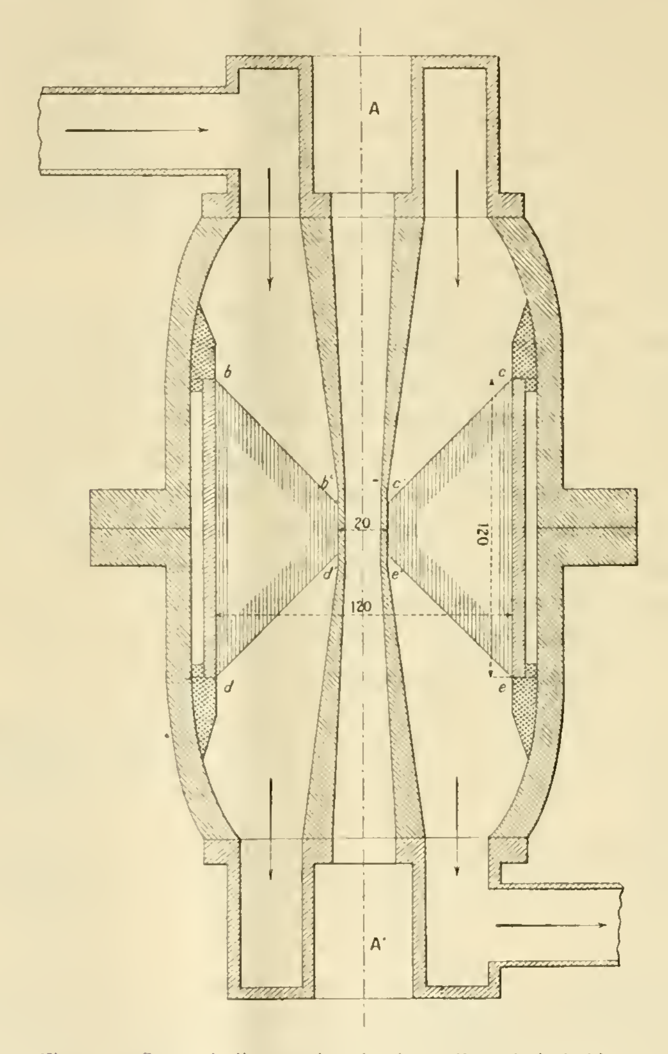


Fig. 2. — Coupe de l'appareil n° 4 suivant l'axe de la bobine.

bcb'c'ded'e', bobine trapézoïdale de 80 spires en argent vierge; les spires sont trop rapprochées pour être visibles individuellement; *fghi*, creux de la bobine. Les flèches indiquent les directions successives des filets d'eau qui traversent la bobine.

Enfin nous avons essayé l'appareil n° 3 avec l'appoint du fer, en ajoutant dans le creux cylindrique *fghi*, de chaque côté du centre de la bobine, des noyaux en fer (non représentés sur le dessin), de 27^{mm} de diamètre, et

long respectivement de 400^{mm} et 300^{mm}. Les extrémités en regard sont tronconiques, avec des faces terminales de 4^{mm} de diamètre, séparées par un intervalle de 5^{mm}. L'entrefer, qui renferme l'étincelle de zinc, est ainsi plus étendu que celui adopté d'ordinaire, avec faces de 3^{mm} séparés par 2^{mm}, le volume étant près de six fois plus grand (100^{mm^3} au lieu de 14). Le noyau de 300^{mm} est percé suivant son axe, de manière à livrer passage au faisceau lumineux de l'étincelle, émis dans la direction des lignes de force, qui est envoyé dans le spectrographe; le trou qui a 1^{mm} du côté de l'étincelle s'élargit jusqu'à 12^{mm} à l'autre extrémité; mais le faisceau lumineux est moins ouvert que dans les essais précédents, et la pose du spectrographe a dû être portée jusqu'à 5 minutes.

Les épreuves faites en excitant l'appareil n° 3 par les courants de 3000 et 5000 ampères sont bonnes et assurent une mesure précise du champ magnétique. Or, avec 3000 ampères, le champ est de 44800 gauss, et, avec 5000 ampères, il atteint **63700 gauss**; c'est le champ de beaucoup le plus grand réalisé et enregistré jusqu'ici ([1]). Les augmentations dues au fer sont respectivement de 20000 et de 22900 gauss; elles auraient été plus grandes, si les noyaux polaires en fer avaient été élargis et réunis par une culasse. Avec des filets d'eau plus rapides et mieux disposés, le courant excitateur aurait pu atteindre 8000 ampères, et le champ magnétique s'approcher de 100000 gauss. Mais les expériences ont été arrêtées par la déclaration de guerre.

Les résultats obtenus sont encore très notables; ils peuvent être ainsi résumés :

1° Nous avons pour la première fois réalisé un champ magnétique intense (50000 gauss) avec une bobine sans fer. Le gain par rapport à nos recherches de 1913 est de 38000 gauss, et le champ est le plus élevé de tous ceux observés jusqu'ici dans la direction des lignes de force; il est aussi plus étendu, le volume soumis au champ étant au moins 100 fois plus grand. Avec ces bobines sans fer, l'observation dans le sens des lignes de force, si difficile avec les appareils antérieurs et négligée pour cette raison, est extrêmement commode.

2° Avec l'appoint du fer en très petite masse, nous avons dépassé de 16000 gauss le champ le plus élevé obtenu avec les plus grands électros de

---

([1]) Pendant une minute, le courant de la bobine a été de 6000 ampères, et le champ correspondant a dépassé certainement 70000 gauss, mais la pose photographique a été trop courte, et le spectre du zinc n'est pas venu sur la plaque.

Weiss en fer; nous l'avons même dépassé de 20000 gauss, si l'on compare les champs d'entrefers égaux ([1]).

3° Le nouveau mode de refroidissement, déjà reconnu comme excellent avec le pétrole refroidi, s'annonce comme plus puissant encore avec l'eau ordinaire qui a l'avantage de ne coûter presque rien. On peut affirmer la possibilité de doubler, de tripler les champs magnétiques de 50000 gauss, réalisés jusqu'ici avec le fer, et même d'aller encore plus loin.

CORRESPONDANCE.

M. **Francotte** adresse des remercîments à l'Académie pour la marque de sympathie que lui a envoyée M. le Président.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les pigments des* Fusarium. Note de M. **Bezssonoff**, présentée par M. Prillieux.

Les pigments ont été tirés de cultures abondantes d'une espèce : le *Fusarium orobanchus*, qui nous a été remis par M. Simanovsky et que M. de Jaczewsky a bien voulu déterminer.

Ce champignon a été cultivé d'abord sur riz purifié, et à la fin, pour contrôle, sur un milieu purement artificiel (liquide de Raulin additionné d'acide citrique et de chlorure de sodium).

La méthode suivie est celle de Wildstäter (*Liebig's Ann.*, 1907) un peu modifiée.

La matière colorante du *Fusarium* est formée de deux pigments, l'un anthocyanique, *jaune*, soluble dans l'eau et dans l'alcool à 90°; l'autre *rouge* qui est une carotine.

([1]) Notre entrefer est en effet plus large et plus long. De plus, le champ le plus fort observé par Weiss dans ses électro-aimants en régime permanent est de 47570 gauss, entre des pièces polaires pleines en fer sans cobalt. Si l'une des pièces polaires avait été percée, ainsi que dans nôtre appareil n° 4, le champ eût été moindre. L'accroissement relatif réalisé dans notre appareil est donc encore plus grand.

1° *Carotine.* — Cette dernière est identique, par rapport aux dissolvants, à celle qui a été étudiée par Wildstäter, sauf qu'elle est plus soluble dans le chloroforme que dans le sulfure de carbone, contrairement à la carotine de Wildstäter. Toutes les réactions de la carotine (d'après Tswet) ont été obtenues avec l'acide sulfurique (bleu virant), les alcalis (bleu verdâtre), etc. L'absence d'azote a été démontrée par la réaction avec le sodium métallique. Le pigment cristallise en tablettes. L'analyse élémentaire n'a pas pu être terminée.

Les solutions de carotine (dans le chloroforme, etc.) contiennent des matières grasses et des substances indéterminées cristallisables en aiguilles incolores. Les premières sont éliminées en traitant les solutions très concentrées par l'éther de pétrole ou par l'éther sulfurique; ce dernier a l'inconvénient de retenir une notable partie de la carotine; le pigment, débarrassé des matières grasses, précipite en flocons. Les matières cristallisables précipitent des solutions concentrées quand on refroidit à + 3°; la matière colorante reste dissoute.

La couleur de cette carotine est susceptible de *virer* dans certaines conditions :

La solution dans le cumol (C^9H^{12}, marque Kahlbaum, point d'ébullition 160° à 170°) vire nettement, du rouge violet au jaune pur, à la température d'ébullition; après refroidissement, la couleur revient *très lentement* au rouge; cette dernière modification commence à se manifester vers le quatrième jour et la teinte rouge n'est complètement obtenue qu'au bout de 3 à 4 semaines. Des virages, du rouge violacé au bleu, des solutions (dans le benzol, le chloroforme, etc.) s'obtiennent facilement à l'air, surtout si l'on chauffe à 50° ces solutions après en avoir imbibé une substance poreuse ou pulvérulente (terre d'infusoires, etc.), à condition que la carotine soit bien pure et débarrassée des matières grasses ou autres qui l'accompagnent. On obtient des cristaux *bleuâtres* et *brillants* quand on fait précipiter la carotine dans l'alcool absolu suivant un procédé spécial. A une solution de carotine dans le chloroforme on ajoute de l'alcool absolu; le mélange est placé dans un ballon, où l'on fait passer *lentement*, par aspiration, un courant d'air qui arrive par un tube fin; le chloroforme s'évapore plus vite et la carotine précipite à mesure que le milieu devient plus alcoolique et moins chloroformé. Si l'évaporation du chloroforme est trop rapide, le pigment précipite seulement en flocons. La carotine précipitée dans l'alcool redevient rouge par dissolution dans le chloroforme.

Une partie de la carotine se comporte d'une façon particulière en dissolution, elle est probablement combinée à des matières grasses. Nous avions pensé d'abord que cette partie du pigment était peut-être sous la forme colloïdale, mais l'examen que nous en avons fait à l'ultramicroscope a été

négatif. Cet examen a été fait grâce à l'aide de M. le Dr Cangro avec un instrument qui permettait l'observation des particules jusqu'à 50$^{\mu\mu}$.

Les spectres des trois modifications de la carotine du *Fusarium : violette* (dissolution dans l'alcool bouillant), *rouge violet* (dans le benzol) et *jaune* (dans le cumol après ébullition), montraient un déplacement graduel des bandes d'absorption (grande bande de gauche et deux bandes étroites situées entre la première et le milieu du spectre).

Le spectre de la modification jaune de la carotine occupait une position intermédiaire entre celui de la modification rouge violacé et celui du pigment anthocyanique jaune, mais il se rapprochait davantage des deux autres spectres de la carotine. Ces divers spectres ont été photographiés avec le concours de M. Samsonoff.

2° *Pigment jaune.* — Ce pigment appartient au groupe des anthocyanes. On le sépare en le précipitant des solutions par le sous-acétate de plomb; le précipité est redissous par l'acide sulfurique qui est à son tour neutralisé par la baryte. Une partie du pigment reste en solution, l'autre est entraînée par le précipité de sulfate de baryte. Cette dernière portion est récupérée par un lavage rapide au carbonate d'ammoniaque froid. Le pigment cristallise par évaporation de la solution aqueuse; il est toujours accompagné de sucre, mais il n'est pas sûr qu'il leur soit combiné; il agit comme un acide faible et se combine facilement aux bases.

HYGIÈNE ALIMENTAIRE. — *Sur la valeur nutritive de l'osséine et l'intérêt qu'il y aurait de la faire entrer dans l'alimentation.* Note de M. **E. Maurié**. (Extrait.)

L'idée de proposer l'osséine comme matière nutritive appartient à M. Fremy qui, dans les séances de l'Académie des Sciences des 31 octobre et 28 novembre 1870, a préconisé l'emploi de cette substance dans l'alimentation.

D'après lui, cette matière organique des os, si riche en azote (16 à 18 pour 100) avait de réelles qualités nutritives, qu'il était opportun de ne pas négliger. Chevreul, Dumas, Payen, Milne-Edwards partagèrent l'avis de leur collègue et appuyèrent sa proposition de faire entrer l'osséine dans l'alimentation.

Sur l'avis favorable de l'Académie des Sciences, le Gouvernement réquisitionna, le 3 novembre 1870, tous les os de boucherie de la ville de Paris, pour les transformer

en osséine et la distribuer à la population. Ce fut, d'après les rapports du temps, à la pleine satisfaction de tous ceux qui en firent usage.

Après le siège, malgré les services rendus, cette substance fut abandonnée, plus encore oubliée. J'ai exposé, dans le numéro du 27 octobre 1913 des *Bulletins de la Société médicale de Paris*, les raisons qui peuvent non pas excuser, mais expliquer cet abandon.

Je voudrais aujourd'hui la tirer de cet oubli regrettable et injustifié.

Depuis bientôt deux ans, en effet, que j'étudie, soit sur les animaux, soit sur l'homme, ses propriétés nutritives, j'ai pu me rendre compte du bien fondé des assertions de Fremy [1].

Les circonstances qui avaient amené Fremy à préconiser l'osséine comme substance alimentaire pouvant se renouveler ici ou là, n'appartiendrait-il pas à l'Académie des Sciences, première promotrice de l'idée en 1870, de signaler à nouveau à l'autorité compétente les services que cette substance est capable de rendre dans le moment actuel : substance incorruptible, imputrescible, susceptible de se prêter à un approvisionnement facile pour constituer des réserves en cas de besoin.

On pourrait l'emmagasiner brute, telle qu'elle sort du bain d'acide chlorhydrique et après neutralisation à la chaux, ou mieux, comme l'indiquait Riche, au sous-carbonate de soude.

Mais, pour la livrer à la consommation, l'expérience m'a démontré que le mieux serait de la distribuer cuite et réduite en poudre grossière comme du gros tapioca.

En cet état, elle peut être absorbée directement, sans autre apprêt, dans du potage, soupe ou bouillon quelconque.

Avant de la manger, il est bon de la laisser tremper un instant, et elle constitue ainsi un aliment très digestible et très substantiel.

C'est la façon dont je l'ai employée dans mes dernières expériences sur l'homme, avec les plus grands avantages.

Mais l'industrie privée aurait tôt fait de la présenter sous d'autres formes de manière à satisfaire tous les goûts.

La dose quotidienne que j'ai donnée a été de 50^{g} et 75^{g}; j'entends poids d'osséine sèche, en poudre. Elle pourrait très bien être élevée à 100^{g}, mais je ne crois pas utile de dépasser ce chiffre. A ce taux, elle représente l'équivalent en azote de 200^{g}, 300^{g}, 400^{g} de viande fraîche.

---

(1) *Bulletins de la Société médicale des Hôpitaux de Paris*, 17 octobre, 5 décembre 1913 et 31 juillet 1914.

Grâce, d'autre part, à sa teneur en principes minéraux des os, l'osséine peut encore être utile, par son apport de phosphates et carbonates de chaux, 4 pour 100, aux affaiblis et surmenés que les circonstances peuvent faire si nombreux en ce moment.

Voici les différentes manipulations qui m'ont conduit à obtenir l'osséine sous la forme, et à l'état de qualité où je l'ai employée :

1° Macération dans l'eau froide de l'osséine brute, pendant 8 à 12 heures. L'osséine gonfle et blanchit.

2° Lavage à grande eau, eau courante si possible.

3° Cuisson dans l'eau ordinaire. 10 minutes d'ébullition suffisent.

4° Après refroidissement, choix des morceaux d'osséine.

Éliminer les parties jaunâtres, verdâtres qui proviennent, à mon avis, de parties d'os altérées, et les lamelles d'os non complètement décalcifiés, dont la présence entraverait au moins la marche régulière du hachage si elle n'arrivait à faire briser l'appareil.

5° Hachage avec un hachoir approprié. Celui dont je me sers est le hachoir ordinaire à grille, de cuisine, grille percée à 4^{mm}. Mais on comprend que la puissance du hachoir peut varier suivant les quantités d'osséine à préparer.

6° Desséchage à l'air libre, à une température qui ne doit guère dépasser 25° à 30°, sous peine de voir l'osséine se mouiller et se prendre en masse.

7° Broyage en poudre plus ou moins fine.

L'appareil qui, pour ce travail, m'a donné les meilleurs résultats, a été un simple mais fort mortier pilon de pharmacie. Mais l'industrie aurait d'autres appareils, moins primitifs pour la préparation en grand.

La poudre grossière peut être prise directement dans la soupe ou bouillon. La température de l'une ou de l'autre, en favorisant son hydratation, facilite sa déglutition, sans mastication indispensable. Et la poudre fine, à cause de la nature collogène de la substance, doit être délayée dans un liquide *froid*, sous peine de la voir, par la chaleur, se prendre en colle, état qui pourrait assez vite inspirer le dégoût.

MÉDECINE. — *Traitement des trypanosomiases par des composés arsenicaux combinés avec des sels d'argent et d'antimoine* (*produits* 88^2 *et* 102^i). Note de M. J. **Danysz**, présentée par M. A. Laveran.

Poursuivant mes études sur les composés de l'arsénobenzol et de sels métalliques et sur les propriétés thérapeutiques de ces produits dont j'ai déjà publié les premiers résultats [1], j'ai constaté qu'à l'arsénobenzol

[1] *Comptes rendus*, 20 octobre 1913 et 19 janvier 1914. — *Annales de l'Institut Pasteur*, t. XXVIII, n° 3.

bromo-argentique on pouvait encore combiner une certaine quantité d'antimoine sous forme de trichlorure ($SbCl^3$).

On obtient ainsi un sulfate de dioxydiaminoarsénobenzolate de bromure d'argent et d'antimonyle (produit 102^i), dont la formule serait

$$[C^{12}H^{12}O^2N^2As^2]^2AgBrSbO(H^2SO^4)^2$$

et dans lequel on trouve à l'analyse :

	Théorie.	Trouvé. 1.	Trouvé. 2.	Moyenne.
	pour 100	pour 100	pour 100	pour 100
C.........	19,88	19,87	19,82	19,84
Ag........	7,45	7,39	7,41	7,42
Br.........	5,52	5,50	5,56	5,53
As.........	20,70	20,68	20,52	20,60
Sb.........	8,29	8,18	8,20	8,19
S..........	8,86	8,89	8,85	8,87

L'introduction de l'antimoine dans l'arsénobenzol bromo-argentique devait, à mon idée, augmenter encore l'action spécifique déjà considérable de ce dernier produit (produit 88^2) dans les trypanosomiases, tout en diminuant son action caustique. L'expérience a confirmé mes prévisions.

Expérience 1. — Six souris sont inoculées sous la peau avec le sang d'une souris infectée par le *Tr. du surra*. Cinq de ces souris sont injectées 48 heures après sous la peau avec le produit 102^i aux doses suivantes :

Souris n° 1 reçoit $\frac{2}{100}$ de milligr., disparition des Tr., rechute et mort après 10 jours.
» 2 » $\frac{4}{100}$ » » » après 15 jours.
» 3 » $\frac{5}{100}$ » » guérison
» 4 » $\frac{8}{100}$ » » »
» 5 » $\frac{1}{10}$ » » »
» 6, témoin. Meurt 5 jours après l'inoculation.

Expérience 2. — Six souris sont inoculées sous la peau avec le sang d'une souris infectée par le *Tr. gambiense*. Cinq de ces souris sont injectées 48 heures après (les trypanosomes sont encore tres peu nombreux dans le sang), sous la peau, avec le produit 102^i aux doses suivantes :

Souris n° 1 reçoit $\frac{2}{100}$ de milligr., disparition des Tr., rechute et mort 20 jours après.
» 2 » $\frac{4}{100}$ » » guérison.
» 3 » $\frac{6}{100}$ » » »
» 4 » $\frac{8}{100}$ » » »
» 5 » $\frac{1}{10}$ » » »
» 6, témoin mort en 6 jours

Expérience 3. — L'expérience est répétée dans les mêmes conditions, à l'exception que les souris infectées ne sont traitées que 4 jours et demi après l'inoculation, c'est-à-dire 1 à 2 jours avant la mort du témoin.

Souris n° 1 reçoit $\frac{2}{100}$ de milligr., disparition des Tr., rechute et mort en 12 jours.
» 2 » $\frac{4}{100}$ » » » 20 »
» 3 » $\frac{6}{100}$ » » » 20 »
» 4 » $\frac{8}{100}$ » guérison.
» 5 » $\frac{1}{10}$ » »
» 6, témoin mort en 6 jours.

La dose mortelle pour souris de 20^g du produit 102^i est de 5^{mg}; la dose tolérée de $0^{mg},4$. Le rapport entre la dose tolérée et la dose curative est donc pour le *surra* de 80 : 1; pour le *Tr. gambiense* de 100 : 1 quand on intervient 48 heures après l'inoculation et de 50 : 1 quand on intervient 1 à 2 jours avant la mort.

Dans une Note précédemment publiée (¹) nous avons vu que ce même rapport était pour l'*atoxyl* de 4 : 3, pour l'*arsénophénylglycine* de 3 : 1; pour l'*arséno-benzol* de 10 : 1 et pour le produit 88^2 de 40 : 1.

L'addition de l'antimoine au produit 88^2 *augmente donc deux fois le pouvoir curatif de ce dernier. Le produit* 102^i *se montre surtout actif pour le* Tr. gambiense.

Nous avons pu confirmer ce fait en traitant des lapins infectés de *surra*. Chez le lapin, la maladie évolue à peu près de la même façon que chez les grands mammifères ou chez l'homme. A la suite d'une période d'incubation qui peut durer 5 à 7 jours, il y a une période où la maladie est caractérisée par une élévation de température de 1° à 1°,5 et l'amaigrissement de l'animal. 30 à 50 jours après l'inoculation, on voit apparaître des lésions de la peau et des muqueuses, et enfin des troubles nerveux.

En traitant les animaux malades aux différentes phases de la maladie par les produits que je viens d'indiquer et par des doses qu'il serait possible d'appliquer à l'homme ou aux grands mammifères, c'est-à-dire 1^{cg} par kilogramme, on constate qu'il est facile de guérir tous les lapins surrés, par tous ces produits quand on commence le traitement pendant la période d'incubation. L'atoxyl, l'arsénophénylglycine et l'arsénobenzol ne donnent plus qu'une certaine proportion de guérisons des animaux traités pendant la deuxième période de la maladie, tandis que les produits 88^2 et 102^i peuvent encore guérir tous les lapins traités. Pendant la dernière période

(¹) *Bulletin de la Société de Pathologie exotique*, 11 mars 1914.

de la maladie, quand il y a déjà des lésions bien apparentes, seul le produit 102^l m'a permis de guérir presque tous les lapins traités (5 sur 6) à la dose de 1^{cg} par kilogramme. Il fallait doubler cette dose pour obtenir le même résultat avec le produit 88^2, tandis que les trois autres produits n'ont donné, aux mêmes doses, aucun résultat appréciable.

Les injections des produits 88^2 et 102^l doivent être faites exclusivement dans la veine; ces produits injectés sous la peau sont difficilement résorbés et produisent des accidents graves chez le lapin et le cobaye.

HISTOLOGIE COMPARÉE. — *Sphincters bronchiques chez le Dauphin* (*Delphinus delphis*). Note de M. **J.-M. Barbosa**, transmise par M. Bouchard.

Les sphincters bronchiques, dont la présence chez le Dauphin m'a été signalée par M. le professeur Vialleton qui m'a conseillé d'en faire l'étude, sont de petits anneaux musculaires lisses placés régulièrement les uns à la suite des autres, dans les bronches de petit calibre.

Ces sphincters qui n'ont été mentionnés, à ma connaissance, par aucun auteur, et qu'il ne faut pas confondre avec les très délicats sphincters décrits par Rindfleisch à l'entrée des conduits alvéolaires chez certains animaux (Oppel) sont très nombreux et très développés chez le Dauphin.

Pour les bien voir, il faut absolument faire des coupes parallèles à la direction générale des bronches et cela est particulièrement aisé si l'on s'adresse à des points du poumon où les bronches cheminent dans une mince lame pulmonaire qu'il est facile de couper parallèlement à ses faces. Les lames minces de poumon s'observent sur la face ventrale de l'organe au voisinage du bord tranchant. Königstein en a donné, en 1903, une figure assez exacte quoique trop schématique.

Sur les pièces durcies par le formol, on aperçoit déjà nettement à l'œil nu les sphincters sur les coupes longitudinales de bronches de moins d'un millimètre de diamètre. Il se traduisent par des festons équidistants de la muqueuse, saillants dans la lumière bronchique et qui se font face par paire.

Après un certain nombre de ces sphincters (8 à 10) la bronche se divise brusquement en un bouquet de bronches plus petites qui se dirigent d'abord à angle droit de la précédente, puis reprennent une direction parallèle à cette dernière, formant ainsi une coudure en baïonnette.

Les sphincters se continuent dans toute la portion coudée des conduits bronchiques et disparaissent un peu plus loin sur les bronches terminales.

Les dernières bronches sur lesquelles on trouve encore des sphincters, ont un peu moins de la moitié du diamètre de celles qui montrent les premiers sphincters. En effet, ces derniers s'observent sur des rameaux bronchiques dont le diamètre, mesuré en dehors du cartilage, est en moyenne de $\frac{7}{10}$ de millimètre ($0^{mm},7$) tandis que les plus petites bronches à sphincters ont un diamètre de $\frac{3}{10}$ ou $\frac{4}{10}$ de millimètre ($0^{mm},3$-$0^{mm},4$).

Les sphincters siègent dans l'épaisseur de la muqueuse bronchique immédiatement au-dessous de l'épithélium qu'ils soulèvent fortement et qui s'amincit à leur niveau. Ils sont donc placés en dedans des cartilages et plus exactement entre deux anneaux cartilagineux consécutifs.

On sait depuis longtemps que les cartilages des bronches forment chez les Cétacés une spire continue. Cette spire se décompose en segments, comprenant chacun deux tours complets et se terminant à leurs extrémités en pointes qui s'accolent aux extrémités correspondantes des segments adjacents, pour former avec eux la spire. Cette disposition se poursuit jusque sur les plus petites bronches et elle ne s'arrête qu'au point où paraissent les premiers conduits alvéolaires, sans que pour cela le cartilage disparaisse complètement, car on en retrouve des plaques jusque dans l'extrémité la plus reculée des bronches.

Au niveau des bifurcations le cartilage spiralé se complique par la présence de plaques en forme d'écusson ou de croissant qui comblent les vides laissés dans le ruban cartilagineux par le mode d'insertion des bronches.

Les sphincters musculaires siègent toujours entre deux cartilages consécutifs, mais comme leur épaisseur est assez considérable ils empiètent parfois un peu sur les cartilages voisins. Chaque sphincter est formé par un anneau de fibres musculaires lisses disposées transversalement et fait une saillie assez forte dans la lumière bronchique. Entre les fibres musculaires existe un réseau de fibres élastiques bien mises en évidence par l'orcéine, et qui s'épaissit considérablement sur la face libre de l'anneau musculaire. Ce réseau élastique sphinctérien se poursuit aussi sur les côtés et va se continuer d'une part avec les réseaux élastiques enveloppant les cartilages, d'autre part avec les formations élastiques du tissu conjonctif dont Max Weber a fait remarquer la richesse particulière chez les Cétacés.

La lumière circonscrite par les sphincters varie beaucoup de largeur. La plus étroite que j'ai observée n'avait que 47^{μ}, la plus large 280^{μ} ; la

moyenne du diamètre de la lumière de sept sphincters consécutifs était de 165µ. Toutes ces données reposent sur des pièces empruntées à des animaux morts par asphyxie, et il est bien évident que pendant la vie ces sphincters doivent oblitérer la lumière bronchique.

En somme les sphincters s'observent dans deux points différents, mais consécutifs de l'arbre bronchique : 1° sur des bronches qui mesurent un peu moins de 1^{mm} de diamètre extérieur; 2° sur les rameaux qui naissent de ces bronches et dont le diamètre descend jusqu'à un peu moins d'un demi-millimètre.

Ces formations musculaires sont parfaitement capables de fermer complètement les bronches, surtout au niveau des points de l'arbre bronchique où se fait la division indiquée plus haut. Dans ces points les sphincters se multiplient, et par la distribution même des ramifications bronchiques il arrive fréquemment que les sphincters de deux branches voisines s'entrecroisent obliquemment et forment ainsi des nœuds musculaires d'une grande efficacité.

Il est fort probable que ces sphincters, aussitôt l'inspiration achevée, maintiennent l'air enfermé dans les terminaisons bronchiques au delà desquelles ils se trouvent, et qu'ils se relâchent brusquement au moment de l'expiration. Cette disposition est sans doute en rapport avec les plongées de l'animal.

Dans les bronches où ils commencent à se montrer les sphincters sont régulièrement espacés et isolent entre eux des chambres bronchiques de forme ovoïde dont la largeur égale à peu près la longueur; mais les dimensions de ces chambres varient d'après le diamètre des bronches auxquelles elles appartiennent, les plus courtes mesurent environ 156µ, les plus longues 500µ ou un demi-millimètre.

Les chambres bronchiques limitées par les sphincters possèdent un réseau capillaire sanguin à mailles arrondies tout à fait analogue à celui des alvéoles et qui se déverse dans la veine pulmonaire, comme j'ai pu m'en convaincre sur des fœtus de Dauphin au niveau de la portion amincie du poumon, où existait une véritable injection naturelle très facile à observer dans les préparations éclaircies.

Bien qu'après la mort les sphincters soient toujours ouverts, ils opposent cependant une certaine difficulté à la pénétration des injection bronchiques. J'avais été surpris de n'obtenir avec la masse métallique de Wood qu'une pénétration assez imparfaite, la masse ne dépassant jamais les ramifications mesurant un demi-millimètre; mais j'ai pu voir par la suite, à l'extrémité

de ces ramifications, l'empreinte annulaire des premiers sphincters qui avaient arrêté la progression de la masse. De plus les étranglements produits par les sphincters rendent très cassantes les extrémités des rameaux bronchiques injectés qui sont pour la plupart perdues lorsqu'on nettoie la pièce après corrosion.

Dans tout le territoire bronchique où se rencontrent les sphincters, ces derniers représentent seuls la musculature, il n'existe pas de fibres musculaires en dehors d'eux.

Les sphincters s'observent déjà chez les fœtus d'assez grande taille. Sur des exemplaires de $0^m,53$ à $0^m,55$ ils présentaient leur disposition et leur succession typiques. Les anneaux musculaires consécutifs bien développés oblitéraient presque complètement la lumière bronchique faisant fortement saillir l'épithélium, très aminci du reste à leur niveau. Les cartilages étaient déjà bien reconnaissables.

M. J. Andrade adresse une Note intitulée : *Sur une généralisation d'une propriété des hélices.*

La séance est levée à 15 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 août 1913.

Ministère du Commerce et de l'Industrie. Commission chargée de préparer la réforme de la législation des Poids et Mesures. *Projet de Règlement d'administration publique contenant l'énumération et la définition des unités secondaires de mesures.* Paris, Imprimerie nationale, 1913; 1 vol. in-4°. (80 exemplaires, adressés par M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie.)

Institut de France. Académie des Sciences. *Rapport de la Commission chargée de proposer, pour l'année* 1914, *la répartition du Fonds Bonaparte*, par M. Gaston Darboux. (Extr. des *Comptes rendus*, séance du 6 juillet 1914.) Paris, Gauthier-Villars et Cie; 1 fasc. in-4°.

Société de secours des Amis des Sciences. *Compte rendu du cinquante-septième Exercice*, 51e *séance publique annuelle, tenue le* 31 *mars* 1914. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1914; 1 vol. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques; 2e série, t. XXXVII, août 1914. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1914; 1 fasc. in-8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de Biologie; t. LXXVII, n° 27, 31 juillet 1914; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Rouen; 42e année, n° 2, mars-avril 1914. Rouen, imp. J. Girieud; 1 fasc. in-4°.

Revue des questions historiques; 49e année, 191e livraison, 1er juillet 1914. Paris; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 août 1913.

Notice sur la vie et les travaux de Louis Henry (1834-1913), par M. Georges Lemoine. (Extr. du *Bull. de la Soc. chim. de France.*) Paris, Masson et Cie, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Le même Ouvrage. (Extr. des *Memorie della Pontificia Accademia romana dei Nuovi Lincei;* t. XXXI.) Rome, 1913; 1 fasc. in-4°.

Mémoires de la Société zoologique de France; t. XXVI, année 1913. Paris, au siège de la Société, 1913; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; t. LXXXIV, n° 4, avril 1914. Paris, Berger-Levrault; Mulhouse, Vve Bader et Cie, 1914; 1 fasc. in-8°.

Estudios geograficos en las Altas Cordilleras de San Juan, por el Dr F. Kühn. Buenos-Ayres, 1914; 1 fasc. in-8°.

Geological litterature added to the Geological Society's Library during the year ended december 31st, 1912, compiled by the Assistant-librarian and edited by the Assistant-Secretary (issued june, 1914). Londres, 1914; 1 vol. in-8°.

Yearbook of the United States Department of Agriculture, 1913. Washington, 1914; 1 vol. in-8°.

Proceedings of the Royal Society; series A, t. XC, n° A.621 : *Mathematical and physical Sciences;* August 1, 1914. Londres, Harrison et fils; 1 fasc. in-8°.

Records of the Indian Museum (Journal of Indian Zoology); t. X, part 1, march 1914. Calcutta; 1 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 août 1914.

Blessures de guerre. Conseils aux chirurgiens, par le médecin-inspecteur général Edmond Delorme. (Extr. des *Comptes rendus*, séance du 10 août 1914.) Paris, Gauthier-Villars et Cie; 1 fasc. in-4°.

Notes et recherches sur la menstruation, par Henri Vignes. Paris, Vigot frères, 1914; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle d'Amiens; t. LI, n° 3, juillet-octobre 1913. Amiens, Ch. Breton et Cie, 1914; 1 fasc. in-4°.

Revue de Mécanique; t. XXXV, n° 1, 31 juillet 1914. Paris, H. Dunod et E. Pinat; 1 fasc. in-4°.

Publications of the Dominion Observatory Ottawa; t. I, n° 6 : *The spectrum of Nova Geminorum*, by J.-S. Plaskett. — N° 7 : *Experiments regarding efficiency of spectrographs*, by J.-S. Plaskett. — N° 8 : *Precise levelling*, by F.-B. Reid. Ottawa, 1914; 3 fasc. in-4°.

2° *Visconde de Santarem. Inéditos* (*Miscellanea*), colligidos, coordenados e annotados por Jordão de Freitas. Lisbonne, 1914; 1 vol. in-4°.

U. S. Department of Agriculture. *Monthly weather Review;* t. XLII, n° 1, april 1914. Washington; 1 fasc. in-4°.

Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando; seccion 2a. *Observaciones meteorológicas, magnéticas y sismicas, año* 1913. San-Fernando, 1914; 1 fasc. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 AOUT 1914.

PRÉSIDENCE DE M. P. APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse de Soleil du* 21 *août* 1914. Note (¹) de M. G. Bigourdan.

J'ai observé cette éclipse avec l'équatorial de la tour de l'Ouest, dont la lunette avait été diaphragmée pour la circonstance à $0^m,100$ d'ouverture. L'oculaire employé, monté sur un micromètre filaire à cercle de position, et muni d'un verre gradué de teinte neutre, grossit 159 fois.

L'état du ciel, nettement défavorable, a cependant permis d'observer dans de bonnes conditions le commencement et la fin, dont les heures ont été notées sur la pendule de temps sidéral qui accompagne l'instrument. La correction de cette pendule était alors $-0^m0^s,6$.

A l'entrée, l'encoche formée par la Lune a été notée quand elle était encore très faible, à $9^h10^m12^s$; on a estimé que le retard était de 2^s.

Pour la fin on a hésité entre les secondes 42 et 43 et l'on s'est immédiatement décidé pour la moyenne, soit $11^h32^m42^s,5$.

En conséquence, voici les heures adoptées :

	Commencement.	Fin.
	h m s	h m s
Heures observées	9.10.10	11.32.42,5
Heures temps sidéral	9.10. 9,4	11.32.41,9
Heures » moyen	11.14.27,1	13.36.36,2
Heures » légal	11. 5. 7	13.27.16
O — C	— 23	— 38

(¹) Présentée dans la séance du 24 août 1914.

Au moment de l'éclipse, le Soleil présentait une belle tache dont on n'a pu observer l'occultation à cause des nuages. Circonstance notable, cette tache était très facilement visible à l'œil nu, et elle a été encore visible de même les deux jours suivants.

BALISTIQUE. — *Balistique intérieure. Formules diverses, d'après l'Ouvrage récent de M.* N. Zaboudski [1]. Note de M. E. **Vallier**.

Notre savant correspondant, le général Zaboudski, vient de publier le résultat d'expériences sur la pression des gaz de la poudre et les vitesses du projectile dans des canons de 3 pouces, et les circonstances l'empêchent de donner suite à son projet d'en adresser un exemplaire à l'Académie.

Il me semble intéressant de résumer ici cet important travail et d'en dégager les résultats utiles.

Les expériences ont porté sur deux canons de 3 pouces ($76^{mm},2$), l'un de 30 calibres de longueur, muni d'une série de crushers préalablement écrasés à une pression un peu inférieure à celle qu'ils devaient supporter; l'autre, de 50 calibres, a été successivement tronçonné et les vitesses initiales déterminées par les procédés habituels pour les diverses longueurs d'âme ainsi obtenues.

Dans le canon de 30 calibres, on a fait usage de charges diverses de poudre pyroxylée d'Ochta dans les conditions suivantes :

1° Épaisseurs variables ε de la bande :

$$\varepsilon = 1^{mm},25 \qquad 1^{mm},16 \qquad 1^{mm},00 \qquad 0^{mm},86 \qquad 0^{mm},60 \qquad 0^{mm},41$$

2° Charges diverses correspondant sensiblement à des pressions dans l'âme de

$$3000^{atm} \qquad 2400^{atm} \qquad 1900^{atm} \qquad 1600^{atm} \qquad 1200^{atm} \quad \text{et} \quad 1000^{atm}$$

3° Variation du poids du projectile, à savoir :

$$6^{kg},500 \qquad 5^{kg},740 \qquad 4^{kg},920$$

4° Variation du volume de la chambre à poudre.

Enfin, on a fait usage également d'une poudre spéciale de Mendeleieff, au pyrocollodion, en bandes de $0^{mm},84$ d'épaisseur.

---

[1] N. Zaboudski, *De la pression des gaz de la poudre dans l'âme des canons de 3 pouces et des vitesses du projectile dans les différentes sections* (en russe). Saint-Pétersbourg, Librairie Kouchnerew et Cie.

D'autre part, les expériences faites avec le canon de 50 calibres ont consisté à raccourcir progressivement la bouche à feu et à déterminer à chaque fois les vitesses initiales et les pressions à la culasse correspondantes, avec divers poids de charge de poudre et diverses épaisseurs de bandes, à savoir :

$$\varepsilon = 1^{\text{mm}},25 \qquad 1^{\text{mm}},16 \qquad \text{et} \qquad 1^{\text{mm}},03.$$

Le parcours du projectile a varié de 0,625 à 44,155 calibres; la longueur réduite de la chambre à poudre était de 4,725 calibres. Pour le parcours minimum, la tranche de la bouche était en deçà de l'origine des rayures.

De toutes ces expériences, M. Zaboudski a déduit des séries de formules empiriques de forme monome et remarqué qu'à partir d'un certain point on peut adopter des formules déduites de la loi de détente adiabatique.

Dans certains essais, le culot du projectile était muni d'un crusher, ainsi que la culasse : les résultats enregistrés ont amené M. Zaboudski à conclure que les différences entre les pressions à la culasse et celles au culot du projectile étaient de l'ordre des variations expérimentales.

Formules balistiques. — Nous donnons ci-dessous les formules essentielles des vitesses et pressions, formules approximatives, bien entendu.

1° *Notation.* — ϖ, poids de la charge; p, poids du projectile; l, longueur de la chambre à poudre; ε, épaisseur de la bande; H, K, $\overline{K}$, coefficients numériques spéciaux à chaque type chimique de poudre.

2° Formule des vitesses :

$$V = H \frac{\varpi^{\frac{3}{4}}}{\varepsilon^{\frac{1}{3}} p^{\frac{1}{4}} l^{\frac{1}{4}}}.$$

3° Formule des pressions :

$$P = K \frac{\varpi^{\frac{9}{5}} p^{\frac{4}{5}}}{\varepsilon^{\frac{7}{5}} l^{\frac{9}{10}}}$$

jusqu'à 2200^{atm}, et au-dessus de 2200^{atm} :

$$P = \overline{K} \frac{\varpi^{\frac{9}{5}} p}{\varepsilon^{\frac{7}{5}} l}.$$

Le rapprochement de ces formules présente un intérêt spécial dans un cas qui peut se présenter à la guerre, celui où l'on se trouve démuni de la poudre spécialement affectée à un canon donné, mais où l'on dispose de bandes d'une poudre de même composition, mais d'épaisseur différente.



Dans ce cas, il faut opérer la substitution en conservant la même vitesse initiale au projectile, mais en s'assurant que la pression peut être supportée sans danger par la bouche à feu, ce qu'on fera en calculant la nouvelle charge ϖ' à l'aide de la formule (2) et portant la valeur ainsi obtenue dans la formule (3), ou encore, remarquant que l'on peut déduire de ces calculs la relation

$$\frac{P'}{P} = \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon'}\right)^{0,6},$$

déterminer la pression P' et ainsi solutionner immédiatement la question du choix de la nouvelle poudre.

Les formules ci-dessus comportent évidemment toutes sortes d'application, mais il nous a semblé intéressant de signaler en particulier celle qui précède.

Pour les autres formules déduites des expériences ci-dessus relatées, nous renvoyons à l'Ouvrage lui-même.

CORRESPONDANCE.

M. J. Boulvin adresse des remercîments à l'Académie pour la marque de sympathie que lui a envoyée M. le Président.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Calcul des lignes d'intensités égales dans la lumière zodiacale, en supposant que celle-ci provient de la lumière diffusée par une nébuleuse d'électrons ou de matière radiante d'origine solaire.* Note [1] de MM. Kr. Birkeland et Skolem.

L'effet lumineux d'une partie nébuleuse contenue dans un cône à l'angle solide $d\omega$ s'évalue par l'intégrale $di = \int \frac{\delta\, dv}{r^2 \rho^2}$ où δ représente la densité des corpuscules, r et ρ respectivement les distances du Soleil et de la Terre (observateur) et que dv est le différentiel de volume, l'intégration étant effectuée le long du cône. On suppose qu'il n'y a pas d'effet de phase.

Choisissons dv en coupant le cône par deux plans parallèles à l'équateur

[1] Présentée dans la séance du 3 août 1914.

solaire; on simplifie l'intégrale en introduisant

$$dv = \frac{\rho^2 d\omega}{\cos\alpha} d\rho \cos\alpha = \rho^2 d\rho d\omega,$$

α étant l'angle qui forme l'axe du cône avec la normale de l'équateur solaire.

On aura

$$\frac{di}{d\omega} = \frac{\delta . d\rho}{r^2} \frac{\delta . d\rho}{r^2}.$$

Nous avons calculé $\frac{di}{d\omega}$ en ayant en vue trois suppositions différentes relativement à la distribution des corpuscules. Dans les trois cas, nous admettons comme l'hypothèse la plus naturelle, étant donnée la radiation équatoriale, que δ varie approximativement en raison inverse de la distance du Soleil (¹). Nous avons admis, en outre, dans les deux premiers cas, que ce même δ diminue d'une façon linéaire à partir du plan équatorial, de sorte que, pour les deux côtés, nous aurons

$$\delta = \frac{l - \rho\cos\alpha + \lambda}{l} \frac{\delta_0}{r} \quad \text{ou} \quad \delta = \frac{l + \rho\cos\alpha - \lambda}{l} \frac{\delta_0}{r}.$$

La seconde de ces formules est valable pour le côté du plan où se trouve la Terre.

Ici δ_0 est une certaine constante, tandis que λ est la distance de l'observateur du plan en question. A la distance l de ce plan, la densité est zéro. Dans le premier cas, nous avons construit les courbes d'égales intensités en mettant

$$l = r_0 \sin 7^\circ, \qquad \lambda = 0$$

(pour les courbes correspondantes, voir figure 1),

$$\lambda = r_0 \sin 3^\circ 30' \ (\textit{fig. } 2) \qquad \text{et} \qquad \lambda = r_0 \sin 7^\circ \ (\textit{fig. } 3).$$

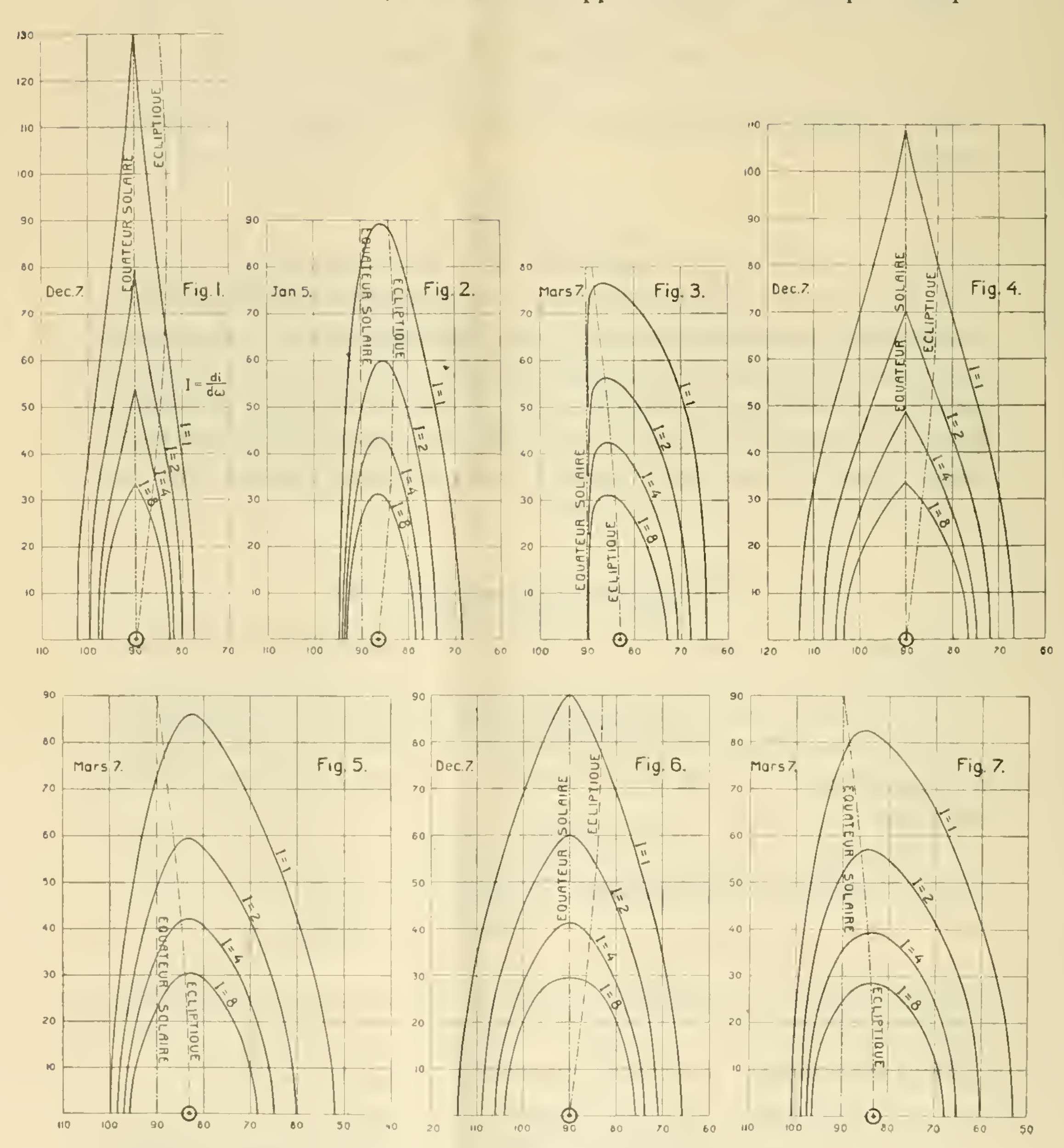
Dans les formules suivantes r_0, la distance de la Terre au Soleil, est pris comme unité.

Dans le second cas, nous avons construit les courbes en mettant

$$l = \sin 15^\circ, \qquad \lambda = 0^\circ \ (\textit{fig. } 4) \qquad \text{et} \qquad \lambda = \sin 7^\circ \ (\textit{fig. } 5).$$

(¹) Cette hypothèse fournit aussi la meilleure interprétation aux résultats d'observation de M. Fessenkoff; voir son Mémoire *La Lumière zodiacale*, Paris, mai 1914, p. 162.

Dans le troisième cas, nous avons supposé une variation parabolique



de δ par rapport à la distance du plan de l'équateur solaire

$$\delta = \frac{l^2 - (\cos\alpha - \lambda)^2}{l^2} \frac{\delta_0}{r}.$$

Dans ce cas également nous avons construit les courbes en mettant

$$l = \sin 15^\circ, \qquad \lambda = 0^\circ \ (\textit{fig. } 6) \qquad \text{et} \qquad \lambda = \sin 7^\circ \ (\textit{fig. } 7).$$

Nos formules et les courbes correspondantes s'appliquent d'une façon très intéressante au phénomène de la lumière zodiacale, comme nous le verrons d'ailleurs dans un Mémoire détaillé. Ce phénomène, qui s'est manifesté à Khartoum beaucoup plus nettement en 1913-1914 qu'en 1911, avait en janvier dernier plutôt le caractère indiqué par la figure 1 (avec les sommets arrondis seulement).

M. K. Devik, qui a pris part à notre expédition, nous a aidés à construire les courbes.

ASTRONOMIE. — *Éclipse partielle de Soleil du 21 août observée à l'Observatoire de Marseille.* Note de M. **H. Bourget**.

L'éclipse de Soleil du 20-21 août a été observée à Marseille au chercheur de comètes par M. Coggia.

Le ciel, qui avait été couvert toute la nuit précédente, s'est découvert entre 9^h et 10^h du matin.

Les contacts ont pu être observés par projection dans d'assez bonnes conditions, malgré le vent qui faisait vibrer par moments le chercheur.

		h m s		
Août 20....	Premier contact	23.40.39	temps moyen de Marseille	Coggia
» 21....	Second contact	2. 0.54	» »	Bourget
		2. 0.55	» »	Coggia

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse partielle de Soleil du 21 août* 1914, *à l'Observatoire de Toulouse.* Note de MM. **D. Saint-Blancat** et **L. Montangerand**.

L'instrument employé par M. Saint-Blancat était le chercheur Eichens, diaphragmé à 10^{cm} et muni d'un écran en treillis métallique; celui utilisé par M. Montangerand, l'équatorial Brunner-Henry, diaphragmé à 8^{cm} et armé du grossissement 88.

Malgré des conditions météorologiques peu favorables (ciel très nuageux avec

éclaircies fréquentes), les instants du premier et du dernier contact ont pu être notés avec toute la précision relative que comportent ces observations.

Voici, en temps moyen légal, ces instants relevés par les deux observateurs et, comme comparaison, ceux calculés dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* :

	Premier contact.	Dernier contact.
	h m s	h m s
Saint-Blancat	11.15. 5	13.31.56
Montangerand	11.14.40	13.32.15
D'après le calcul	11.14,8	13.32,7

Une belle tache se trouvait sur le Soleil, dans l'hémisphère nord. Cette tache était composée d'un noyau régulier et très sombre, de forme oblongue, moins large au Nord qu'au Sud et entouré d'une pénombre très étendue; la surface de cette pénombre était égale à 10 fois environ celle du noyau et à peu près la millième partie de celle du disque solaire.

Le passage du bord de la Lune devant le noyau et la pénombre de cette tache n'a pas paru déformer leurs apparences.

Voici les instants notés pour les contacts du disque lunaire avec le noyau et la pénombre au moment de l'immersion de la tache :

Observateur : Saint-Blancat.

	Noyau.	Pénombre.
	h m s	h m s
Contact extérieur	11.48.14	11.46.53
Contact intérieur	11.51.20	11.52.36

Observateur : Montangerand.

	Noyau.
Contact intérieur	11h51m39s

Au cours du phénomène, M. Montangerand a constaté une baisse de température de 0°,8, baisse en partie masquée par le passage des nuages. Il a remarqué également qu'au moment de la plus grande phase l'éclairement terrestre était visiblement diminué.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse de Soleil du 20-21 août 1914, faite à l'Observatoire astronomique de l'Université de Valence (Espagne).* Note de MM. **I. Tarazona** et **V. Marti**, présentée par M. Bigourdan.

L'observation a été faite par projection, sur un papier-écran sur lequel étaient tracés des cercles concentriques, les diamètres N.-S., E.-W., avec l'indication des points d'entrée et de sortie de l'image lunaire sur celle du Soleil.

Ces points de contact, ainsi que les heures du commencement et de la fin, avaient été calculés avec les données de la *Connaissance des Temps pour* 1914.

Quant aux heures, elles ont été notées par deux chronomètres, un Perez-Seckel et un Dent, comparés quelque temps avant le phénomène à une pendule garde-temps de Strasser-Rifler, réglée sur le temps moyen. Les corrections de cette pendule et de ces chronomètres ont été déterminés au moyen des signaux horaires radiotélégraphiques de l'Observatoire de Paris de $23^h 45^m$, particulièrement ceux des 15 et 22 août qui étaient parfaitement nets.

Les contacts se sont bien produits aux points indiqués par le calcul. Quant aux heures de ces contacts, voici les résultats obtenus par M. Tarazona.

	Temps moyen de Greenwich.		
	Observation.	Calcul.	O. — C.
Premier contact.........	$11^h 23^m 40^s$	$11^h 23^m 54^s$	-14^s
Deuxième contact.......	$13^h 32^m 20^s$	$13^h 33^m 3^s$	-43^s

Pour M. V. Marti, l'observation a été faite de la même façon, avec les mêmes instruments, et les contacts ont été observés 2 secondes plus tard.

Les observations de signaux horaires et les comparaisons de chronomètres et de la pendule ont été faits par MM. Tarazona et Marti; les calculs sont presque tous de M. Tarazona.

Coordonnées géographiques approchées du point d'observation :

$$\varphi = +39°28'17''. \qquad \text{Long. } 1^m 29^s,8 \text{ W. de Greenwich.}$$

ASTRONOMIE. — *Sur l'éclipse totale de Soleil des 20 et 21 août 1914.* Note de M. **J.-J. Landerer**, présentée par M. Bigourdan.

Un temps superbe a favorisé l'observation de cette éclipse à Tortose, où l'intérêt se bornait à bien saisir le moment des contacts, en vue de savoir si, à l'occasion présente, la différence entre l'observation et le calcul, signalée dans les éclipses précédentes depuis plusieurs années, avait lieu également, et dans quelle mesure.

En adoptant pour le demi-diamètre moyen de la Lune la valeur de $15'31'',62$ qui m'est habituelle, j'avais calculé les circonstances de la phase partielle pour diverses localités de l'Espagne, et fait connaître le résultat de ce calcul dans la Revue *Iberica* de l'Observatoire de l'Èbre [1].

A l'aide d'une lunette de 88^{mm} d'ouverture, de Mailhat, armée d'oculaire d'Herschel,

[1] *Iberica*, t. I, p. 299.

j'ai pu observer aisément les contacts, et voici le résultat obtenu :

	Calcul.	Observation.	O. — C.
Premier contact............	$23^h 20^m 59^s$	$23^h 20^m 32^s$	-27^s
Dernier contact............	$1^h 33^m 42^s$	$1^h 33^m 8^s$	-34^s

Au premier contact, le bord de la Lune s'est montré très accidenté, ce qui peut avoir eu une petite influence sur l'appréciation de la tangence des disques. Au dernier contact, la courbe du bord était assez régulière, et l'observation a pu être faite avec toute la précision désirable.

PHYSIQUE. — *Nouvelles déterminations du coefficient de Poisson relatif au caoutchouc vulcanisé.* Note [1] de M. L. **Bouchet**, présentée par M. E. Bouty.

Dans l'étude que nous avons faite de la détermination du coefficient de Poisson relatif au caoutchouc, nous avons limité le problème expérimental aux très petites déformations.

Dans une première série d'expériences, nous avons utilisé :

1° Les résultats de nos précédentes expériences [2] sur les variations de volume obtenues par pressions extérieures sur un tube élastique;

2° Les variations de volume fournies en opérant par traction sur le même manchon avec des poids tenseurs de l'ordre de 1^g par centimètre carré.

Des équations d'équilibre relatives à ces deux opérations, nous avons tiré pour le coefficient de Poisson :

$$\mu = 0,495.$$

Cette valeur s'écarte notablement des nombres compris entre 0,31 et 0,41 trouvés par Naccari et Bellati [3]; mais beaucoup moins du chiffre 0,46 obtenu par Pulfrich [4] par la même méthode (méthode de Regnault), en expérimentant dans des conditions plus voisines des nôtres.

Nouvelle méthode. — Dans une deuxième série d'expériences, nous avons produit des variations de volume en exerçant sur le caoutchouc des pres-

(1) Présentée dans la séance du 3 août 1914.

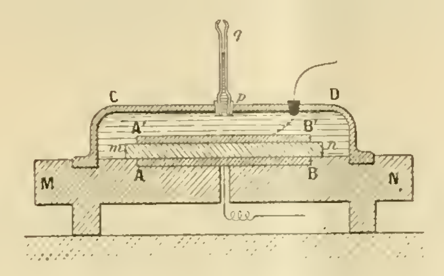
(2) *Comptes rendus*, 25 mai 1914.

(3) *Nuovo Cimento*, t. II, 1877, p. 217.

(4) *Wied. Ann.*, 1886, p. 28.

sions électrostatiques calculées d'après les équations ordinaires du champ. Le dispositif adopté est celui que nous allons décrire.

Dispositif. — Une des armatures AB de notre condensateur (figure ci-dessous)



est un disque de laiton, enchâssé dans un bloc d'ébonite MN; une rondelle de caoutchouc pure gomme et soufre de 16^cm de diamètre et de 0^cm,6 d'épaisseur est soudée sur l'armature et sur le bloc; elle déborde de 5^mm à 6^mm le disque de laiton.

La deuxième armature est un autre disque métallique également soudé par l'interposition d'une mince couche de paraffine sur la deuxième face du caoutchouc. Le tout est recouvert par une cuve d'ébonite CD dont les bords sont mastiqués sur le bloc MN; enfin, cette cuve est remplie d'eau bouillie; le niveau de l'eau s'élève dans un capillaire p, q disposé dans l'axe de la cuve.

En chargeant le condensateur, les pressions électrostatiques entrent en jeu; s'il se produit une variation de volume, le liquide se déplace dans le capillaire; on mesure ce déplacement avec un microscope muni d'un micromètre oculaire.

II. *Expérience.* — Le condensateur associé à une jarre est chargé avec une petite machine électrostatique; un excitateur et un électromètre Bichat et Blondlot, placés en dérivation sur le condensateur, permettent de limiter les tensions et d'effectuer leurs mesures.

Nous avons chargé le condensateur à des potentiels croissants jusqu'à 5^mm,1 d'étincelle; c'est-à-dire, d'après les indications du voltmètre, jusqu'à 58,5 unités électrostatiques C. G. S.

Dans toutes nos expériences, même dans celle où nous avons supprimé le disque A'B', la dénivellation a toujours été inférieure à $\frac{1}{5}$ de division du micromètre oculaire; c'est-à-dire que pratiquement et au degré près des erreurs d'expériences, *il n'y a eu aucune variation de volume.*

Calculs numériques. — Nous avons établi la formule

$$-\frac{\Delta U}{U} = \frac{1}{E}(1-2\mu)\frac{KV^2}{8\pi e^2}, \tag{1}$$

où $\frac{\Delta U}{U}$ représente la variation unitaire de volume; $\frac{1}{E}$ l'inverse du module d'Yung; μ le coefficient de Poisson et $\frac{KV^2}{8\pi e^2}$ la pression électrostatique.

La relation (1) peut encore s'écrire en désignant par Δl la dénivellation; par R et r les rayons de la rondelle de caoutchouc et du capillaire,

$$(2) \qquad -\Delta l = \frac{1}{E}(1-2\mu)\frac{KV^2}{8\pi e^2}\frac{R^2}{r^2}.$$

Dans notre expérience, les divers facteurs de $(1-2\mu)$ avaient les valeurs suivantes :

$\frac{1}{E} = 3{,}3 \times 10^{-8}$; $K = 2{,}6$; $V = 58{,}5$; $e = 0^{cm},6$; $R = 8^{cm}$; $r = 4 \times 10^{-2}$.

K et $\frac{1}{E}$ ont fait l'objet de mesures spéciales.

D'après ces données, en effectuant le calcul numérique des facteurs de $(1-2\mu)$, on trouve 2,9. Or, d'après notre observation, Δl est plus petit que $\frac{3}{10000}$; on aurait donc $1-2\mu < 0{,}00087$; μ est donc très voisin de 0,5.

Conclusions. — Tous nos résultats concordent donc pour établir que, pour de très petites déformations, la valeur du coefficient de Poisson pour le caoutchouc est 0,5 : ce qui signifie que le caoutchouc est incompressible; c'est aussi la conclusion à laquelle ont été conduits M. Amagat [1] opérant différemment et M. Bouasse [2].

La concordance entre les résultats fournis par nos deux méthodes entièrement différentes montre que la relation (1), établie en calculant l'action électrostatique d'après les équations du champ, suffit à rendre compte de notre expérience.

La séance est levée à 15 heures et demie.

A. Lx.

---

(1) Amagat, *Comptes rendus*, t. 99, 1884.

(2) Bouasse, *Journal de Physique*, t. II, 1903.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 SEPTEMBRE 1914.

PRÉSIDENCE DE M. P. APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète f 1913 (Delavan), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest).* Note de M. G. Bigourdan.

Dates. 1914.	Étoiles de comparaison.	Grandeur.	✱ — ★. ΔR.	ΔD.	Nombre de comparaison.
			m s	′ ″	
Sept. 2.......	*a* 1749 BD + 49°	9,5	+0. 0,21	+8.38,9	4:4
» 2.......	*a* 1749 BD + 49°	9,5	+0. 8,39	+8.57,3	4:4
» 3.......	*b* 1759 BD + 49°	8,0	−2.28,76	−1.30,4	12:6
» 3.......	*b* 1759 BD + 49°	8,0	−0.37,39	+1.26,7	8:7

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1914.	Étoiles.	R moyenne 1914,0.	Réduction au jour.	Décl. moyenne 1914,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Sept. 2..	*a*	8.30.21,43	+2,27	+48.51.50,2	+0,9	Rapportée à α
» 3..	*b*	8.37.21,91	+2,27	+49.10.18,8	+1,7	A.G., Bonn (6744)
» 3..	α	8.28.46,70	»	+49.49.44,6	»	A.G., Bonn (6662)

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1914.	Temps moyen de Paris.	R apparente.	Log. fact. parallaxe.	Décl. apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Sept. 2.....	15.27.31	8.30.23,91	$\bar{1},770_n$	+49. 0.30,0	0,672
» 2.....	15.58.38	8.30.32,09	$\bar{1},770_n$	+49. 0.48,4	0,717
» 3.....	8.17. 7	8.34.55,42	$\bar{1},353$	+49. 8.50,1	0,170
» 3.....	15. 4.24	8.36.46,79	$\bar{1},767_n$	+49.11.47,2	0,632

Remarques. — L'étoile a a été rapportée à l'étoile α avec l'équatorial; par 9:4 comparaison, on a obtenu pour $\star a - \star \alpha$:

$$\Delta \mathrm{R} = +1^m 34^s,73; \qquad \Delta \mathrm{D} = +2'5'',6.$$

L'étoile b est double (Σ 1258); la comète a été rapportée à la composante austro-suivante, qui est très légèrement plus brillante que l'autre. Ces deux composantes sont sensiblement immobiles l'une par rapport à l'autre et, pour ramener les observations de la composante utilisée à l'autre, on peut, pour les coordonnées relatives, adopter aujourd'hui :

Angle de position........ 331°,0
Distance................ 10″,0

La comète est visible à l'œil nu, malgré le grand éclat actuel de la Lune; elle paraît à peu près comme une étoile de 5ᵉ grandeur, car on n'aperçoit pas actuellement de queue.

Dans la lunette, elle présente un noyau vif, comparable à une étoile un peu diffuse de 8ᵉ grandeur, et qui se pointe bien. La nébulosité qui entoure le noyau s'aperçoit sur une étendue de 3′ en diamètre, sur le fond du champ très éclairé par la Lune.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une transformation de certaines fonctions déduites des fonctions Θ de degrés supérieurs.* Note de M. **Appell**.

Dans deux Notes des *Comptes rendus* (*Sur les fonctions Θ de degrés supérieurs*, t. 153, 25 septembre 1911, p. 584-587; *Sur les fonctions Θ du quatrième degré*, t. 153, 2 octobre 1911, p. 617-618) et dans un article des *Rendiconti del Circolo matematico di Palermo* (*Sur des fonctions se rattachant aux fonctions Θ du quatrième degré*, t. XXXIII, séance du 10 décembre 1911), j'ai considéré des fonctions du type général suivant :

Soient a un nombre complexe donné, $x_1, x_2, \ldots, x_n$ des variables; la fonction

$$f(a \mid x_1, x_2, \ldots, x_n)$$

admet la période $2\pi i$ par rapport à chaque variable x_ν, et vérifie la relation

$$f(a \mid x_1 + a, x_2 + x_1, x_3 + x_2, \ldots, x_n + x_{n-1}) = f(a \mid x_1, x_2, \ldots, x_n),$$

où la substitution consiste à ajouter à chaque lettre $x_1, x_2, \ldots, x_n$ la précédente dans la suite $a, x_1, x_2, \ldots, x_n$.

Je me propose d'indiquer pour ces fonctions une transformation qui, dans le cas de deux variables, comprend, comme cas particulier, une transformation bien connue de la théorie des fonctions elliptiques. Nous nous bornerons ici au cas de deux variables.

Soit $f(x, y)$ une fonction telle que

$$(1)\quad \begin{cases} f(x+a, y+x) = f(x, y), \\ f(x+2\pi i, y) = f(x, y), \\ f(x, y+2\pi i) = f(x, y). \end{cases}$$

Faisons le changement de variables

$$x' = Ax + B,$$
$$y' = C\left[y - \frac{x(x-a)}{2a}\right] + D,$$

où A, B, C, D sont des constantes et voyons l'effet des trois substitutions (1) sur les variables x' et y'. Appelons S_1, S_2, S_3 les trois substitutions (1) dans l'ordre des formules. La substitution S_1 transforme x et y en x_1 et y_1 par les formules

$$(S_1)\qquad x_1 = x + a, \qquad y_1 = y + x.$$

La seconde S_2 transforme x et y en x_2 et y_2 par les formules

$$(S_2)\qquad x_2 = x + 2\pi i, \qquad y_2 = y.$$

La troisième donne x_3, y_3 par

$$(S_3)\qquad x_3 = x, \qquad y_3 = y + 2\pi i.$$

Voyons l'effet de ces substitutions sur x' et y'. Nous appellerons x'_1, y'_1 ; x'_2, y'_2 ; x'_3, y'_3 les nouvelles valeurs dans lesquelles ces trois substitutions transforment x' et y'. Nous aurons

$$(S'_1)\qquad x'_1 = x' + Aa, \qquad y'_1 = y',$$
$$(S'_2)\qquad x'_2 = x' + 2\pi A i, \qquad y'_2 = y' - \frac{2\pi i C}{a} x + \frac{C}{a}(2\pi^2 + \pi a i),$$
$$(S'_3)\qquad x'_3 = x', \qquad y'_3 = y' + 2\pi i C.$$

Faisons

$$Aa = -2\pi i, \qquad C = 1,$$
$$-\frac{2\pi i C}{a} x + \frac{C}{a}(2\pi^2 + \pi a i) \equiv x' \equiv Ax + B.$$

Nous aurons les équations compatibles

$$A = -\frac{2\pi i}{a}, \qquad C = 1, \qquad B = \frac{2\pi^2 + \pi a i}{a}.$$

La fonction $f(x, y)$ devient alors une fonction $f[x', y']$, qui vérifie les

trois relations

$$(2)\quad \begin{cases} f[x' \pm 2\pi i, y'] = f[x', y'], \\ f[x', y' \pm 2\pi i] = f[x', y'], \\ f\left[x' + \frac{4\pi^2}{a}, y' + x'\right] = f[x', y']. \end{cases}$$

Ce nouveau groupe de substitutions est donc le même que le précédent, avec cette différence que la constante a est remplacée par

$$a' = \frac{4\pi^2}{a}.$$

J'examinerai plus tard comment ces considérations peuvent s'étendre au cas d'un nombre quelconque de variables.

BOTANIQUE. — *Sur le polymorphisme de certaines Diatomées de l'Antarctique.* Note [1] de M. L. Mangin.

L'étude des Diatomées, longtemps stationnaire et réservée à des spécialistes qui se bornaient à collectionner les carapaces siliceuses soigneusement dépouillées de leur contenu organique, a pris un nouvel essor à la suite de l'exploration des mers. L'importance du rôle de ces Algues dans le plancton végétal où, conjointement avec les Péridiniens, elles forment la masse principale des prairies flottantes servant de pâture aux animaux, a provoqué des observations biologiques aussi nouvelles que variées.

Si nos connaissances sur les phénomènes de sexualité n'ont pas progressé, les phases de la division végétative sont mieux connues et la découverte des endocystes et des microspores, a ouvert aux chercheurs un nouveau champ d'investigation.

Mais l'héritage des méthodes surannées pèse encore lourdement sur la nomenclature de ces êtres. La forme de la carapace, la régularité des sculptures dont elle est revêtue, ont conservé un si grand caractère de constance que la distinction des espèces est encore presque uniquement fondée sur la disposition et le nombre des stries, des mamelons ou des épines que présentent les frustules. L'emploi des caractères tirés de l'endochrome, préconisé par Petit, n'a pas trouvé d'imitateurs, sauf en ce qui concerne les Diatomées du plancton, parce que ces caractères sont trop variables.

---

[1] Communication faite dans la séance du 31 août 1914.

Je me propose de montrer dans cette Note que la forme et la variété des sculptures des valves ont encore moins de fixité que la structure de l'endochrome, car celle-ci demeure constante, malgré la variété des formes et des sculptures, pour une espèce déterminée.

On connaissait déjà des exemples de dimorphisme : individus reproducteurs et individus végétatifs de certains *Chætoceros* (*Ch. didymus*, etc.) formes d'été ou nageantes, formes d'hiver ou de repos signalées par Karsten.

Le plancton récolté pendant la deuxième expédition antarctique française par le *Pourquoi-Pas?* fournit de nombreux exemples d'un polymorphisme bien plus complet.

Le *Biddulphia polymorpha* n. sp. est très caractéristique à ce sujet. Inconnu de Castracane (campagne du *Challenger*) et de Karsten (campagne de la *Valdivia*) il avait été observé par Van Heurck dans les boues de sondage recueillies par la *Belgica*. Cet auteur [1] a cru pouvoir répartir en espèces ou variétés distinctes un certain nombre de formes qui appartiennent en réalité à une seule et même espèce que j'ai désignée sous le nom de *B. polymorpha* n. sp. Les formes couvertes d'épines ou à cornes plus ou moins saillantes sont : *B. Ottomülleri*, *B. anthropomorpha*, *B. Ottomülleri* var. *rotundata*; les formes couvertes de ponctuations sont : *B. punctata* Grev., *B. punctata* var. *subtriundulata*, *B. punctata* v. *sub. aurita*. Enfin les formes à valves transparentes dépourvues d'épines et de ponctuations *B. translucida*.

Le *Biddulphia polymorpha*, rare ou absent dans les pêches de surface, était surtout représenté dans les pêches de profondeur de 20^m à 120^m et dans les latitudes comprises entre 65° à 70° de latitude S. En particulier dans la station XXI, en face l'île Petermann, cette espèce, assez abondante de 20^m à 100^m, présentait des individus isolés ou réunis par couples.

Ceux qui sont isolés présentent deux valves ordinairement différentes; la plus jeune est encore enfermée dans les débris de l'ancienne valve de la cellule mère. Ces individus présentent toutes les formes de valves et toutes les variétés de sculptures sur lesquelles Van Heurck s'est fondé pour désigner les espèces ou les variétés que nous avons mentionnées plus haut.

Tantôt l'une des valves est lisse et l'autre est munie de ponctuations très légères et à peine saillantes (*fig.* 1); les cornes qui terminent les valves et entre lesquelles se trouve un mamelon sur lequel sont insérées, quand elles

---

[1] H. Van Heurck, *Résultats du voyage du* S. Y. Belgica, 1897-1898-1899 (*Botanique : Diatomées*, 1909, p. 39, *Pl.* V).

existent, les deux grandes épines, sont plus ou moins développées. Chez

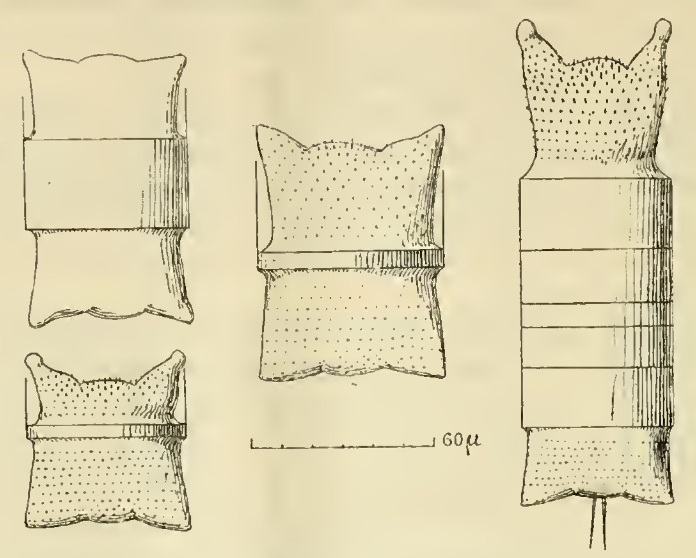


Fig. 1. — *Biddulphia polymorpha* nov. sp.
Formes diverses à valves lisses ponctuées ou à peine épineuses.

d'autres individus (*fig.* 2), l'une des valves est munie de ponctuations et

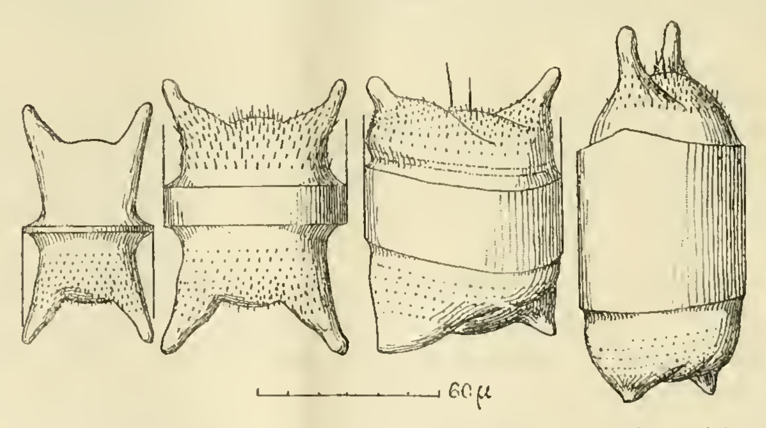


Fig. 2. — *Biddulphia polymorpha* nov. sp. Formes à valves ponctuées ou épineuses.

l'autre, plus jeune, présente des ponctuations plus accentuées, au centre desquelles se montre un mucron, première ébauche des épines. Enfin, il existe aussi de nombreuses formes dont l'une des valves présente de courtes épines et l'autre des épines plus accentuées, régulièrement disposées à partir d'une certaine distance de la ceinture médiane (*fig.* 3); les épines

sont de plus en plus fortes à mesure qu'on s'écarte de cette ceinture et elles sont toujours légèrement inclinées en dehors. Ainsi parmi tous ces individus à valves inégales, on passe insensiblement des formes à valves lisses (*B. translucida*) aux formes à valves ponctuées (*B. punctata* et var.) et de ces dernières aux formes à valves épineuses (*B. Ottomülleri*, *B. anthropomorpha*.

Aussi lorsque Van Heurck [1] écrivait à propos du *B. obtusa* : « On remarquera que l'une des valves de la figure 133 porte des épines et que l'autre n'en a pas, mais que cette dernière a des granules plus serrés. Encore une preuve de l'infinie variation qu'on trouve chez une même espèce », il ne supposait pas à cause de l'imperfection des matériaux dont il disposait, que cette « infinie variation » conduisait logiquement à réunir dans une espèce unique toutes les espèces et les variétés qu'il avait séparées.

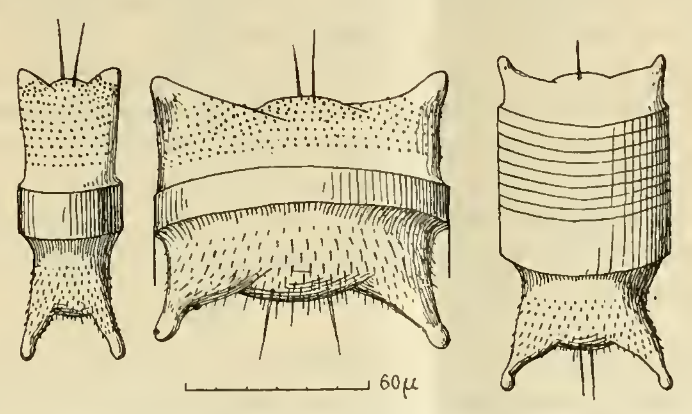


Fig. 3. — *Biddulphia polymorpha* nov. sp. Formes à valves fortement épineuses.

Si cette conclusion ne paraissait pas suffisamment fondée, l'examen des individus accouplés provenant des pêches de l'île Petermann, suffirait à lever tous les doutes. Là, en effet, sur deux ou trois individus réunis en courtes chaînes, on peut apercevoir toutes les formes et tous les types de structure des valves (*fig.* 4).

Chaque individu, libre ou accouplé, vu par la face connective, présente trois parties : aux extrémités, les deux valves avec leurs cornes plus ou moins développées dépassant à peine le mamelon central ou devenant très saillantes; entre les deux, il existe une ceinture médiane plus ou moins

[1] Van Heurck, *loc. cit.*, p. 40, *Pl. X*, *fig.* 133.

proéminente et régulièrement cylindrique, elle est dépourvue d'ornements ou garnie de fines ponctuations.

La largeur de cette ceinture est variable, tantôt elle est très étroite (*fig.* 2) et forme à peine une mince crête saillante (sa largeur est de 2^{μ} ou 3^{μ}); le plus souvent elle s'élargit beaucoup pour atteindre 10^{μ}, 20^{μ} et même 30^{μ}, c'est-à-dire la moitié de la longueur des individus; elle est alors très nettement articulée et formée d'anneaux successifs plus ou moins régulièrement espacés (*fig.* 1 et 3). Ce sont les bandes intercalaires qui favorisent l'allongement de l'individu dans la direction perpendiculaire aux valves.

Faut-il voir dans la variété des formes et des sculptures du *Biddulphia polymorpha* l'influence saisonnière signalée par quelques auteurs? Il ne semble pas qu'il en soit ainsi, car cette espèce est essentiellement hivernale dans la région de l'Antarctique visitée par le *Pourquoi-Pas?*

En tout cas, la variété des formes qu'elle nous offre démontre la fragilité du système de classification fondé exclusivement sur la forme et la structure des valves.

Un nouvel exemple de polymorphisme nous est offert par une autre espèce, l'*Eucampia antarctica* (Castr.) dont les formes ont été déjà signalées par Castracane [1] sous le nom d'*Eucampia Balaustium* et de *Mölleria antarctica*.

Les individus que j'ai rencontrés dans les stations de la deuxième mission antarctique française se distinguaient parce que leurs chaînes, au lieu d'être plates et enroulées comme une spirale d'Archimède, étaient rectilignes et courbées à la façon d'un ruban enroulé sur un large cylindre. Cette différence d'enroulement mise à part, les formes que j'ai rencontrées étaient si semblables au *Mölleria antarctica* et à l'*Eucampia Balaustium* qu'il est impossible de les séparer.

J'ai indiqué dans un autre travail en cours de publication les raisons qui doivent faire rejeter le genre *Mölleria* et qui obligent à réunir sous le nom d'*Eucampia antarctica* (Castr.) les formes spécifiquement distinguées par Castracane, Karsten [2] et Van Heurck [3].

---

[1] CASTRACANE, *Voyage of* Challenger (*Botany*, vol. II, 1886, *Pl. XVIII*, *fig.* 5, 6 et 8).

[2] KARSTEN, *Das Phytoplankton des Antarktischen Meeres nach dem material der deutsches Tiefsee Expedition*, 1898-1899, 1905, *Pl. II*, *fig.* 7, 7*a*, texte, p. 120.

[3] VAN HEURCK, *loc. cit.*, p. 38.

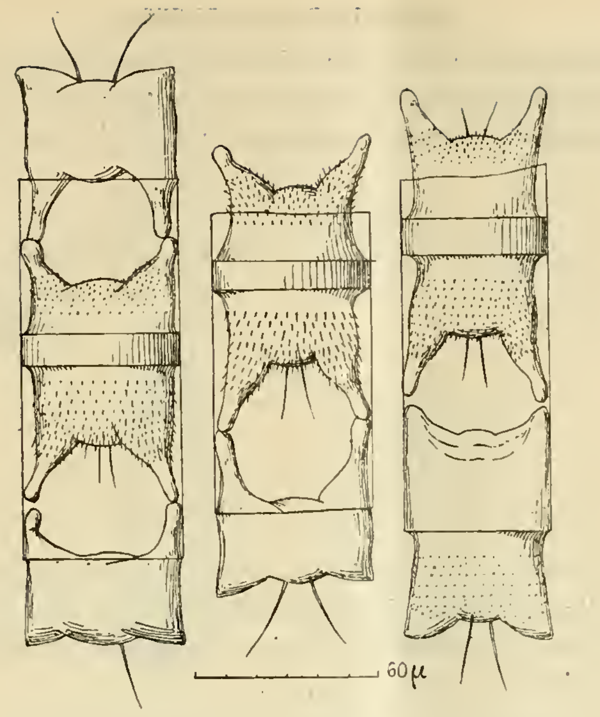


Fig. 4. — *Biddulphia polymorpha* nov. sp.
Individus accouplés présentant tous les intermédiaires entre les formes lisses et les formes épineuses.

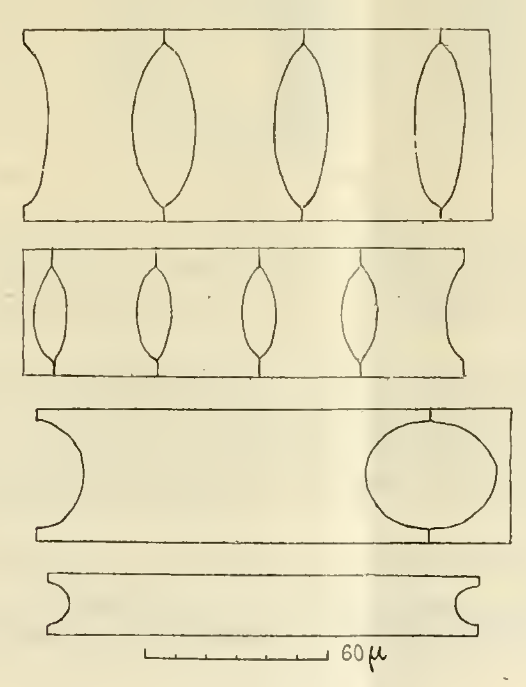


Fig. 5. — *Eucampia antarctica* (Castr.).
Individus ou chaînes d'individus vus par la face connective large.

L'*Eucampia antarctica* forme des chaînes rubannées dont les individus sont accolés par des cornes égales qui terminent les valves en laissant des fenêtres intercalaires, tantôt lancéolées ou rétrécies au milieu, tantôt

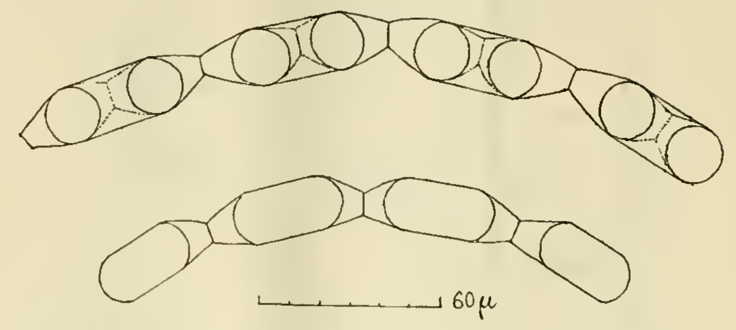


Fig. 6. — *Eucampia antarctica*. Chaînes d'individus vus par la face connective étroite.

circulaires. Les valves sont tantôt courtes, tantôt très longues et, dans ce cas, pourvues d'un grand nombre de stries parallèles (*fig.* 5, 7).

Vues par la tranche étroite, ces chaînes rubannées sont régulièrement courbées en portion de cylindre (*fig.* 6).

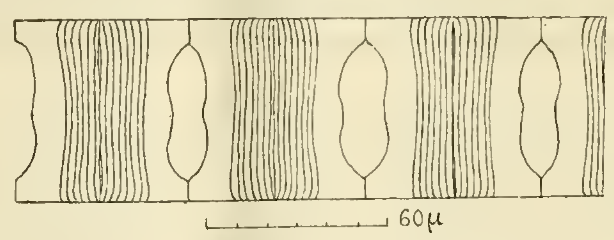


Fig. 7. — Chaîne d'individus (forme *Mölleria*) avant la formation des valves de *Balaustium*.

Les individus isolés présentent tantôt le type *Balaustium* (*fig.* 8, II) à membrane très épaisse, criblée de ponctuations ou couverte de petites verrues, ou le type *Mölleria* (*fig.* 8, I) à membrane mince couverte de fines granulations.

Il n'est pas rare de trouver des formes intermédiaires à longues valves et à cornes minces qui présentent, en leur milieu, deux moitiés de valves du type *Balaustium*, tandis que le reste des individus constitue, avec les stries parallèles et les cornes longues et étroites, le type *Mölleria* à membrane mince (*fig.* 8, III).

Dans beaucoup d'échantillons la formation des individus à membrane épaisse, ponctuée ou mamelonnée est à peine ébauchée, mais on aperçoit très nettement, par l'emploi des colorants habituels de la membrane et

notamment avec l'hématoxyline, un réseau à mailles régulières indiquant l'emplacement des futures ponctuations dans la membrane encore mince. On saisit ainsi sur le vif, pour ainsi dire, toutes les phases de la transformation des formes à membrane mince en formes à membrane épaisse et fortement silicifiée. Ce sont ces formes à divers états de développement qui ont été considérées à tort par Karsten [1] d'abord et par Van Heurck ensuite comme les formes d'été et les formes de repos.

S'il y a lieu de faire cette distinction, qui jusqu'à présent est encore une

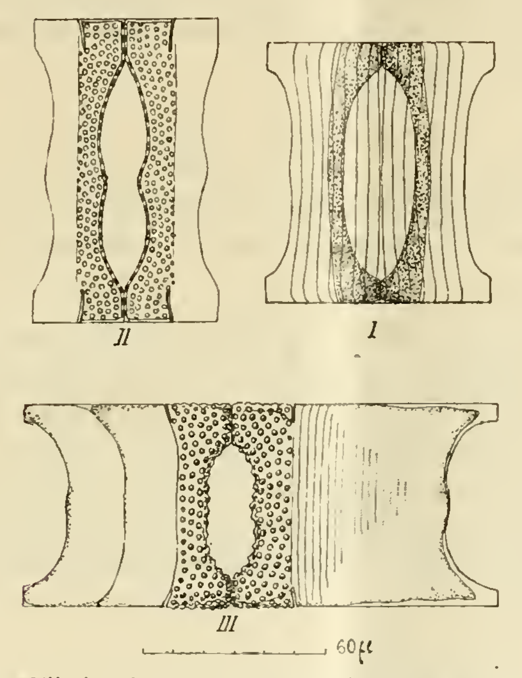


Fig. 8. — I. Type *Mölleria* à fines granulations; II. Type *Balaustium* à ponctuations; III. Type *Mölleria* ayant formé en son milieu une forme *Balaustium*.

vue de l'esprit, c'est la forme *Mölleria* qui représenterait le type nageant et la forme *Balaustium* constituerait le type de repos. Le fait avancé par Karsten que les formes à parois épaisses se rencontrent à 5700^{m} de profondeur établit seulement que ces formes très denses résistent plus longtemps à la destruction, à cause de leur forte silicification, et ne préjuge rien de leur signification physiologique.

La question est posée et ce sera l'œuvre des futures expéditions de la résoudre.

D'autres espèces de l'Antarctique présentent également un polymor-

(1) KARSTEN, *loc. cit.*, p. 120, *Pl. XI*, *fig.* 7 et 7*a*.

phisme remarquable, ce sont : le *Rhizosolenia polydactyla*, le *Biddulphia striata*, certains *Chætoceros*, etc., toutes démontrent l'extrême malléabilité de plantes qui paraissaient soustraites, par la rigidité de leur cuirasse, aux influences extérieures.

CORRESPONDANCE.

HYDRODYNAMIQUE. — *Résistance d'un fluide à la translation horizontale d'un corps fuselé, suivant son axe de figure.* Note [1] de M. **Fournier**, présentée par M. Bertin.

1. Les belles expériences de M. G. Eiffel, à Paris, dans l'air, sur des modèles sphériques et sur toute la variété des formes utilisables dans l'aéronautique; celles de M. Furhmann, à Göttingen, sur des corps fuselés à sections droites circulaires, provenant de modelages distincts d'une même surface Σ, dont la forme sphérique, de diamètre $\sqrt{\frac{\Sigma}{\pi}}$, est évidemment la limite la moins allongée; enfin, les recherches analogues, *dans l'eau*, de M. le capitaine G. Costanzi, de l'armée italienne, sur des sphères et des modèles de ballons dirigeables s'y transportant horizontalement, m'ont conduit à une expression générale de la résistance $\mathcal{R}$, qu'oppose un fuseau de ce genre, dans un fluide l'enveloppant entièrement hors de portée de ses actions réflexes sur ses limites, aux impulsions d'un courant horizontal, de vitesse V, à filets parallèles à l'axe de figure du corps obstructeur. Cette expression est

$$
(1)\quad \mathcal{R} = \frac{\varpi}{g}\left[1 - \frac{2}{3}\mathfrak{M}\left(\sin\frac{\pi}{2}\frac{V}{\Omega}\right)^{\frac{1}{4}}\right]
\times\left\{K\Sigma V^{2-\varphi}\left(1 - \frac{l^3}{L^3}\right)\cos\frac{\pi}{2}\frac{V}{\Omega} + 0,27\,BV^2\left(\frac{l}{L}\right)^{1,8}\left[0,45\left(1 + 0,44\sin\frac{3\pi}{2}\frac{V}{\Omega}\right)\right]^{\left(\frac{l}{L}\right)^3}\right\}
$$

dans laquelle entrent : ϖ, le poids, en kilogrammes, d'un mètre cube du fluide; V, la vitesse du courant en mètres par seconde; B, la section droite de la surface Σ, de longueur L, de diamètre principal l; φ, la constante relative à la dissimilitude dynamique introduite par les frottements et dont la valeur très approchée est $\varphi = 0,18$; K, la constante de ces frottements, ($K = 0,0037$ pour les modèles en paraffine, comme pour le fer neuf, fraîchement peint des carènes); $\mathfrak{M}$, un coefficient caractéristique du *modelage*

[1] Présentée dans la séance du 24 août 1914.

de la surface Σ et calculé par la formule

$$\mathfrak{M} = \sin\frac{\pi}{2}\left(\frac{l}{L}6\right)^{\frac{1}{3}} \sin\frac{\pi}{2}\left(\frac{\Delta}{L\,0,36}\right)^{3,33}, \tag{2}$$

où Δ représente la distance, à l'extrémité antérieure du fuseau, de la section droite B principale, de diamètre *l*. Ce coefficient $\mathfrak{M}$ a : pour *maximum*, 1, sur le *fuseau optimum* très affiné et caractérisé, *d'après les expériences de M. Furhmann,* par les relations $\left(\frac{l}{L} = \frac{1}{6}, \frac{\Delta}{L} = 0,36\right)$; et, pour *minimum*, (− 0,284), sur le fuseau le moins allongé et le plus obstructeur, de forme sphérique, donc, caractérisé en conséquence par les relations limites

$$\left(\frac{l}{L} = 1, \frac{\Delta}{L} = \frac{1}{2}\right).$$

Enfin, Ω est une vitesse critique dont il n'a pas été fait mention jusqu'ici et dont la propriété, cependant remarquable, est de réduire $\mathcal{R}$ à une expression

$$\mathcal{R}_1 = \frac{\varpi}{g}\left(1 - \frac{2}{3}\mathfrak{M}\right)\left(\frac{l}{L}\right)^{1,8} 0,27(0,25)^{\left(\frac{l}{L}\right)^3} BV^2 \tag{3}$$

proportionnelle au carré de la vitesse : d'une façon définitive, si le fluide est incompressible ; et seulement *transitoire, s'il est élastique.*

2. *Quand le fluide est élastique*, j'ai trouvé que l'exposant de V, dans cette nouvelle expression (3), au lieu de rester égal à 2, à toutes les vitesses plus grandes que Ω, comme dans le cas d'un fluide *incompressible,* y varie au contraire avec elles, à partir de V = Ω, suivant la relation

$$n = 2 + 3\left[1 - \left(\frac{\cos\frac{\pi}{2}\frac{V}{\Omega_s}}{\cos\frac{\pi}{2}\frac{\Omega}{\Omega_s}}\right)^2\right], \tag{4}$$

applicable à l'air, en tendant alors vers un *minimum définitif*, 2 ou 1, selon que le fuseau est *sphérique* ou *optimum*, et l'atteignant à la vitesse $2\Omega_s$, après avoir passé par un *maximum absolu* 5, à la vitesse $\Omega_s = 340^m$, qui est celle de *la propagation du son et des ébranlements ondulatoires* du fluide atmosphérique sous les impulsions translatoires du mobile. Les résultats de cette formule sont en effet conformes aux indications balistiques ci-dessous du général Mayewski :

Vitesses en mètres.	De 0ᵐ à 240ᵐ.	De 240ᵐ à 295ᵐ.	De 295ᵐ à 375ᵐ.	De 375ᵐ à 419ᵐ.	De 419ᵐ à 700ᵐ.
Valeurs de *n*...	2	3	5	3	1

où se trouvent résumées les valeurs de n satisfaisant, dans une expression du type $\mathcal{R} =$ *constante de formes* $\times V^n$, aux données des tirs d'expériences effectués : par cet officier général, en Russie ; par M. Krupp, en Allemagne ; et par M. Bashforth, en Angleterre.

3. Quant aux expressions (1) et (3), elles reproduisent fidèlement toutes les variations de $\mathcal{R}$ observées : *dans l'air*, soit sur des fuseaux très allongés, par M. Furhmann ; soit, au contraire, sur des fuseaux sphériques d'obstruction maximum, par M. Eiffel ; et *dans l'eau*, sur des modèles analogues ou intermédiaires, par le capitaine Costanzi, *à la condition* de calculer les valeurs correspondantes de Ω par la formule

$$\Omega = \frac{15,6^{\left(\frac{1,225}{\varpi}\right)} \sqrt{L} \left[1 + \frac{0,0594}{l^2} \left(\frac{l}{L}\right)^3\right]}{1 - \mathfrak{M}\, 0,147^{\mathfrak{M}\left[1 - \left(\frac{l}{L}\right)^3\right]}}. \tag{5}$$

Les valeurs de Ω, tirées de cette formule (5) pour les sphères de diamètres $l' = 0^{m},162$, $l'' = 0^{m},244$, $l''' = 0^{m},33$, dont s'est servi M. Eiffel, soit : $\Omega' = 16^{m}$, $\Omega'' = 12^{m}$, $\Omega''' = 10^{m},7$, sont sensiblement conformes, en effet, à celles qui, dans ses expériences, ont rendu *minimum* et égal à 0,01 le coefficient $K = \frac{\mathcal{R}}{BV^2}$, de la résistance $\mathcal{R}$, sur les trois sphères d'essai. De plus, cette valeur minimum $K = 0,01$ est exactement celle qu'on déduit de l'expression (3) de $\mathcal{R}_1$ quand on y introduit les caractéristiques du fluide et du fuseau sphérique de surface Σ et de section droite B ; c'est-à-dire

$$\left(\varpi = 1,225,\ \frac{l}{L} = 1,\ \frac{\Delta}{L} = \frac{1}{2},\ \mathfrak{M} = -0,284\right).$$

Telles sont, en résumé, les conclusions que j'ai été conduit à tirer des intéressantes expériences envisagées dans cette Note.

Nota. — Ces formules concernent seulement les fuseaux sans partie cylindrique.

MINÉRALOGIE. — *Sur les faces de dissolution de la dolomite.* Note [1] de M. P. Gaubert.

Mes recherches sur le faciès des cristaux ont montré que la vitesse d'accroissement a une très grande influence sur la production des faces cristallines ; il était intéressant de voir si la vitesse de dissolution agit de la même manière.

---

[1] Présentée dans la séance du 24 août 1914.

La dolomite de Djelfa (Algérie) fournit à ce point de vue des résultats intéressants. Des rhomboèdres de clivage de ce minéral, attaqués par l'acide azotique bouillant à divers degrés de concentration montrent les facettes du scalénoèdre $b^x (x\ 10)$ formant des biseaux sur les arêtes b. Le milieu des faces du rhomboèdre est couvert de figures de corrosion plus ou moins asymétriques par rapport au plan vertical passant par la petite diagonale du rhombe. Les faces b^x, qui n'ont pas encore été observées dans les cristaux naturels, sont brillantes, assez régulières, mais comme elles sont, par places, couvertes de figures de corrosion, différentes naturellement de celles qui se trouvent sur les faces p, elles ne donnent pas des images réfléchies très nettes. Cependant ces facettes artificielles sont assez bonnes pour faire des mesures, montrant que l'angle $b^x b^x$ sur b^1 s'élève avec la vitesse d'attaque (¹).

	Vitesse d'attaque.	Angle $b^x b^x$ sur b^1 (moyennes).
	mg	°
AzO^3H 40° Bé, bouillant	0,20	130
» 36°	0,19	128,5
» » 80 %	0,17	127
» » 66	0,15	125
» » 50	0,141	121
» » 33	0,105	117
» » 25	0,056	114
» » 20	0,049	113

Par conséquent les scalénoèdres sont compris entre b^{11} et b^1, mais à cause de l'imperfection des mesures on ne peut leur attribuer des indices précis.

Avec l'acide chlorhydrique 22° Bé bouillant (vitesse d'attaque, $0^{mg},051$) les faces b^x apparaissent à peine et sont très voisines de p.

La durée de l'attaque n'intervient pas pour modifier la valeur des angles, tant que, par suite de l'ébullition, la concentration de l'acide ne varie pas, mais les facettes deviennent plus larges.

La vitesse d'attaque des diverses dolomites diminue à mesure que la quantité de fer s'élève, et l'angle des faces b^x dépend encore de cette

(¹) La vitesse d'attaque représente le poids de dolomite dissoute par centimètre carré et par seconde. Elle a été évaluée en mesurant la surface et la perte de poids subie, après une attaque de 1 à 2 minutes, par un rhomboèdre de clivage aussi grand et aussi parfait que possible. Par suite de la formation des facettes b^x, on voit qu'au début de l'attaque plus les fragments sont petits, plus la vitesse est élevée. La viscosité du liquide, variant avec l'acide employé et modifiée par suite de la présence des sels de chaux et de magnésie, doit agir sur la grosseur des bulles d'acide carbonique et troubler un peu la régularité de l'attaque. F. Becke (*Tschermak's Mitth.*, t. VI, p. 237) a examiné l'action de HCl à divers degrés de concentration sur la galène.

vitesse, c'est-à-dire qu'avec le même acide il est d'autant plus petit que le fer est plus abondant. Les observations ont été faites avec des dolomites de Vieillevigne, de Traversella, de Saint-Pierre d'Allevard. Ces dolomites sont loin de donner des facettes aussi nettes que celles de Djelfa. Alors même que les échantillons expérimentés sont parfaits et en apparence homogènes, ils s'attaquent plus facilement suivant des plans parallèles aux clivages, comme s'ils étaient constitués par deux substances inégalement solubles.

J'ai déjà montré [1] que la forme des figures de corrosion de la calcite dépend de la vitesse d'attaque de l'acide employé. La dolomite de Djelfa fournit un bon exemple de ce fait. Les figures obtenues avec l'acide bouillant à 36° Bé sont tout à fait différentes de celles produites avec le même acide additionné de 75 pour 100 d'eau. Les premières ont un contour presque carré limitées en haut et en bas par une face d'un rhomboèdre, alors que les secondes sont des pyramides triangulaires en creux très allongées suivant la petite diagonale de la face *p* et ne montrant parfois qu'une face du rhomboèdre située en haut. Elles sont identiques à celles obtenues avec l'acide chlorhydrique bouillant et à 22° Bé.

Avec les acides chlorhydrique et azotique très dilués les figures sont très allongées suivant la grande diagonale de la face *p* et rappellent par leur forme celles obtenues par M. Baumhauer avec l'acide sulfurique bouillant au $\frac{1}{100}$ (vitesse d'attaque 0,015). Pour chaque vitesse d'attaque, on peut dire qu'on a des figures particulières, caractérisées par l'existence des formes et le développement de ces dernières.

On voit donc, d'après des facettes produites sur les arêtes et de celles limitant les figures de corrosion, que la vitesse de destruction du cristal agit de la même manière que la vitesse d'accroissement.

M. Ch. Infroit adresse des *Radiographies exécutées sur des blessés français*, dans les quinze derniers jours.

A 15 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures.

G. D.

---

[1] *Comptes rendus*, t. 155, 1912, p. 547.

ACADÉMIE DES SCIENCES

SÉANCE DU LUNDI 14 SEPTEMBRE 1914.

PRÉSIDENCE DE M. P. APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MINÉRALOGIE. — *La récente éruption d'Ambrym (décembre 1913) et la constitution des laves de ce volcan.* Note (¹) de M. A. LACROIX.

Lorsqu'à la fin de 1913 est parvenue en France la nouvelle d'une éruption à Ambrym, j'ai demandé à M. le Ministre des Colonies de vouloir bien donner des instructions pour que des produits récents de ce volcan soient recueillis, la constitution exacte des laves actuelles des Nouvelles-Hébrides n'ayant fait jusqu'ici l'objet d'aucune étude.

Cette requête a été accueillie avec bienveillance et suivie d'effet immédiat sous forme d'une collection de laves et de photographies, que je viens de recevoir; dans l'intervalle, M. J. Kowalski, en mission zoologique aux Nouvelles-Hébrides, avait bien voulu m'adresser de la cendre recueillie sur le pont d'un navire qui passait, le 12 décembre, devant Ambrym, ainsi que d'autres produits de projection de la même éruption.

Ambrym est la plus septentrionale de celles des îles des Nouvelles-Hébrides qui présentent des phénomènes volcaniques actifs; elle a une forme grossièrement triangulaire et mesure 45^{km} de l'Ouest-Nord-Ouest à l'Est-Sud-Est et une trentaine dans la direction perpendiculaire; elle se trouve sur le même parallèle que l'île plus grande de Mallicolo. Entièrement volcanique, elle est essentiellement constituée par un appareil central que couronne un vaste cratère de 8^{km} à 10^{km} de diamètre (altitude 610^{m}), dont

---

(¹) Présentée dans la séance du 7 septembre 1914.

le fond, parfaitement plat, me rappelle celui de la portion conservée du grand cratère extérieur du volcan actif de la Réunion (Plaine des Sables); ce fond plat est bordé par des hauteurs qui le dominent de 30^m à 60^m. Dans la partie occidentale de cet ancien cratère se dressent deux cônes (de cendres) accolés; le sommet de chacun d'eux est occupé par un cratère d'environ 1800^m de diamètre. L'un de ces cônes, le mont Marum (1334^m), ne présente plus d'activité; l'autre, situé à l'Ouest, le mont Benbow (1133^m), au contraire, donne, d'une façon constante, des panaches de vapeur, et cette activité existait déjà quand Cook découvrit l'île en 1774. Quelques cratères excentriques, bien conservés, sont disséminés sur les flancs extérieurs de cet appareil central et il semble, d'après la topographie de la carte de l'Amirauté anglaise, qu'il doive y en avoir beaucoup d'autres cachés sous la végétation luxuriante qui couvre toute l'île. Notons enfin que de nombreuses sources thermales ont été constatées, notamment sur le bord de la mer.

Les renseignements que j'ai pu recueillir sur l'éruption de 1913 manquent de précision, mais les caractères généraux de la série des phénomènes peuvent être reconstitués en interprétant ces données discontinues à l'aide des indications fournies sur une éruption qui eut lieu en octobre 1894 et qui fut étudiée par le commandant anglais H.-E. Purey-Cust [1] : celui-ci faisait alors l'hydrographie de la côte nord de l'île; son navire était mouillé vis-à-vis du point où une coulée de lave aboutit à la mer.

C'est le 6 décembre 1913 qu'après une recrudescence de l'activité du cratère central (la haute colonne d'épaisses volutes blanches en forme de chou-fleur indique des explosions vulcaniennes), on vit descendre dans la direction de celui-ci une coulée de lave se dirigeant vers l'Ouest sur Craig Cove, où est construit un hôpital anglais. « Un cratère s'est ouvert sur le rivage même [2] et d'autres doivent s'être formés sous les eaux, car de gros bouillonnements d'eau ont été observés », écrit le *Bulletin du Commerce de Nouméa*. Cette dernière explication doit sans doute n'être acceptée que sous réserve, mais, ce qui est certain, c'est qu'une coulée de lave s'est avancée dans la mer à Dip Point, un peu au nord-ouest de Craig Cove.

Les photographies, qui m'ont été envoyées, montrent que la surface de cette coulée est scoriacée. A son contact avec la mer se dégage une

---

(1) *The geograph. Journal*, London, t. VIII, 1896, p. 585.

(2) D'autres informations ont indiqué cinq ou six cratères.

grande quantité de vapeurs, mais il s'agit là de fumerolles secondaires dues à la vaporisation de l'eau de mer. L'une des photographies montre, sur le promontoire édifié par cette lave, un cône régulier qui est peut-être de formation récente, mais cette épreuve ayant été malencontreusement coloriée à l'aquarelle, il n'est pas possible d'être affirmatif sur cette origine. En tout cas, des explosions ont bien eu lieu en mer, car la collection reçue renferme un lot de blocs de laves anciennes, de tufs du vieux sol, de blocs de lave récente, qui sont indiqués comme ayant été projetés à un demi-mille en mer vis-à-vis l'hôpital anglais.

En résumé, l'éruption a consisté : 1° en explosions (vulcaniennes) au *cratère central* et ce sont elles qui ont fourni au moins une partie de la cendre fine, qui a endommagé la végétation d'une large surface de l'île; 2° en la production d'une coulée venant des hauteurs; 3° en l'ouverture d'une *fissure périphérique* s'étendant probablement jusqu'au rivage ([1]) et ayant donné la coulée dont j'ai étudié les produits. Peut-être y a-t-il eu aussi une véritable sortie de lave dans la mer, comme semblerait l'indiquer le passage du journal que j'ai signalé plus haut, mais il est plus probable que les explosions en question étaient d'origine secondaire comme celles de 1894 dont il va être question plus loin et qu'elles étaient dues à l'arrivée de la lave incandescente dans la mer.

La coulée de lave noire est du type scoriacé à surface fragmentaire, caractéristique des coulées basiques très rapides; la grande vitrosité des scories, leur texture ponceuse, entraînant une grande légèreté malgré leur basicité, montrent que le magma a été émis à très haute température et qu'il renfermait beaucoup de gaz : son émission a été accompagnée très certainement de phénomènes hawaïens ou tout au moins stromboliens; l'ouverture de la fissure s'est produite comme toujours avec des manifestations vulcaniennes.

Ce mécanisme, rappelant celui de l'Etna, c'est-à-dire : explosion au cratère central et émission de lave par des fentes radiales, paraît être celui qui caractérise le dynamisme habituel du volcan d'Ambrym. Voici en effet le résumé des observations du commandant Purey-Cust :

Le 16 octobre 1894, une haute colonne de vapeurs s'élève du mont Benbow, puis

---

([1]) Si cette hypothèse est exacte, les nouveaux cratères dont il est question plus haut doivent jalonner cette fissure; d'après une autre information, le mont Minnei (qui est peut-être un ancien cône adventif), situé à l'est de Dip Point, se serait effondré dans sa partie centrale, le 7 décembre.

une coulée descend rapidement de son flanc dans la même direction qu'en 1913; mais, au bout de quelques kilomètres, elle s'engage dans une vallée NNW pour arriver à la mer (à l'est de Krong Point) dans laquelle elle édifie un promontoire d'environ 200^{m} [1]; une autre ouverture se produit, à basse altitude, sur le prolongement de la direction initiale de la coulée précédente; il en part une coulée qui se dirige vers Craig Cove, mais sans l'atteindre, car, grâce à la topographie, elle s'étale en une sorte de petit lac de lave.

La coulée, qui a atteint la mer, avait un front de 30^{m}; elle ne détermina pas d'explosions au moment de son contact avec la mer, mais fournit une colonne de vapeurs de près de 1500^{m} de hauteur. Quelques secondes après, la mer se soulevait en énormes paquets jusqu'à 30^{m}, donnant comme les explosions de mines sous-marines des gerbes de jets à pointes aiguës constituées par de l'eau et des masses noirâtres. Je reconnais dans cette description du capitaine anglais la caractéristique morphologique des explosions sous l'eau, dont j'ai été le témoin, en 1903. sur les bords du cratère de Saint-Vincent aux Antilles [2], mais dans celles-ci la masse soulevée s'est élevée à plus de 1000^{m} : il s'agissait sans doute, là aussi, de l'arrivée de lave incandescente, mais dans le fond du cratère provisoirement occupé par de l'eau d'origine atmosphérique. Cette éruption de 1894 a été suivie d'explosions au cratère central qui, pendant plusieurs mois, ont saupoudré l'île d'une fine cendre grisâtre.

Dans cette narration, il est indiqué qu'à la fin de décembre de la même année, le navire de guerre français, *Le Scorff*, constata dans le sud-est de l'île (près de la Pointe Désolée) qu'un cratère, formé en 1888, était en éruption et donnait une petite coulée se dirigeant vers le Sud. M. Rollet de l'Isle, ingénieur en chef du Service hydrographique de la Marine, a bien voulu, sur ma demande, rechercher dans les Archives de son service le Bulletin météorologique de ce navire; il n'y a pas trouvé trace de cette observation.

Je noterai en terminant qu'en février 1895, alors que le cratère du Benbow donnait encore d'abondantes cendres, un torrent de boue chaude est descendu du nord de l'île; c'est là très certainement un phénomène secondaire comparable à celui que j'ai étudié aux Antilles en 1902 et 1903 et qui est une conséquence, probablement très générale dans les pays chauds, de la grande accumulation de cendres récentes sur les flancs très ravinés du volcan soumis aux violentes pluies tropicales.

Les laves actuelles d'Ambrym sont de nature basaltique, mais elles sont trop pauvres en olivine pour pouvoir être considérées comme de véritables basaltes : ce sont des labradorites augitiques.

L'analyse, faite par M. Boiteau, conduit à la composition calculée suivante : feldspaths, 64 pour 100; diopside, 22 pour 100; olivine, 5 pour 100;

---

[1] La carte marine montre sur la périphérie de l'île de petites pointes de lave s'avançant de quelques centaines de mètres dans la mer et qui doivent être l'extrémité de coulées de semblable origine.

[2] *La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904, p. 176 et *Pl. XXI*.

magnétite et ilménite, 9 pour 100. Le feldspath virtuel moyen renferme de 43 à 51 pour 100 d'anorthite, suivant que l'on considère la potasse comme entrant ou non dans la constitution du plagioclase :

SiO^2	49,26
Al^2O^3	17,18
Fe^2O^3	5,47
FeO	6,10
MgO	4,28
CaO	10,78
Na^2O	3,20
K^2O	1,76
TiO^2	0,89
P^2O^5	0,37
H^2O à 105°	0,12
» au rouge	0,90
	100,29

La notation, dans la classification chimico-minéralogique, est : [II(III).5.3.4], c'est-à-dire andose au voisinage de camptonose; ce type, fréquent dans les laves basaltiques, est très voisin de la lave du Kilauea, jadis analysée par Silvestri.

La composition minéralogique observée dans les laves les plus cristallines se rapproche beaucoup de celle de la composition calculée, mais celle-ci fournit une indication plus faible pour la teneur en anorthite.

Les matériaux dont je dispose étant nombreux et variés, j'ai pu entreprendre l'examen des différents stades de la cristallisation du magma, suivant le plan que j'ai suivi dans l'étude des produits des éruptions des autres volcans que j'ai étudiés antérieurement.

Ce sont les types très vitreux [croûte de quelques centimètres formant localement la surface des coulées, de certaines bombes (verre assez continu) et scories, souvent légères, très bulleuses, noires ou même jaunâtres [1]] qui permettent de préciser quels sont les minéraux datant de la phase intratellurique; ils consistent en cristaux de labrador-bytownite (attaquables par HCl) peu ou pas zonés de 1^{mm} à 2^{mm}, souvent riches en inclusions vitreuses à bulle; ils sont maclés suivant les lois de l'albite et de

[1] Ces scories ponceuses ont été entraînées fort loin par les courants; M. Kowalski en a rencontré sur les côtes de l'île Mallicolo. Les types de couleur claire s'écrasent sous la pression du doigt et rappellent ceux que j'ai recueillis sur les bords des fontaines de lave du Piton de la Fournaise, à la Réunion.

Carlsbad. Ils sont associés à des cristaux d'augite verdâtre à structure en sablier présentant de curieux phénomènes de torsion; ces cristaux pyroxéniques englobent *ophitiquement* des lames de labrador de taille plus petite que les feldspaths précédents; quelques cristaux d'olivine ont parfois la même structure; ces associations ophitiques dans le premier stade de consolidation d'une lave sont peu habituels : ils peuvent être comparés à ceux qui caractérisent les basaltes, dits *semi-ophitiques*, du Mont-Dore. Il existe aussi en très petite quantité des octaèdres de titanomagnétite. Enfin, le verre jaune en lames minces, homogène, renferme quelques cristallites d'augite et de plagioclases.

Les phénocristaux qui viennent d'être décrits se retrouvent identiques, comme nature et comme quantité, dans toutes les autres modalités de la lave, qui ne se distinguent de la précédente que par les cristallisations effectuées aux dépens du verre au cours du refroidissement pendant ou après l'épanchement.

Dans les coulées, immédiatement au-dessous de la zone vitreuse extérieure, s'en trouve une autre possédant déjà un aspect pierreux; on y voit quelques microlites plus ou moins cristallitiques d'andésine-labrador, alors que le verre homogène a été remplacé par un agrégat vaguement sphérolitique, constitué par un mélange de feldspath, de pyroxène et de verre, auquel une grande quantité de ponctuations de magnétite enlève presque toute transparence, rendant ainsi difficile, sinon impossible, l'étude des propriétés optiques des constituants.

Enfin, à quelques centimètres au-dessous de cette zone à cristallinité confuse, apparaît une structure nettement microlitique, avec lamelles déterminables de plagioclase, grains ou cristaux d'augite et de magnétite; ces deux minéraux sont de cristallisation contemporaine et toujours associés; quand il reste un résidu de verre, celui-ci est suivant les cas homogène ou finement ponctué de magnétite.

Nous retrouvons donc dans cet ordre de cristallisation les caractéristiques que j'ai observées dans les laves de composition voisine de l'Etna et de la Réunion. J'insiste, en particulier, sur ce fait que, dans ces magmas basiques, la presque totalité des oxydes ferrugineux (titanomagnétite, etc.) a cristallisé pendant la période d'épanchement et surtout à la fin de celle-ci en même temps que le pyroxène.

En terminant, il me reste à signaler, à la surface de quelques scories rubéfiées et attaquées superficiellement, l'existence de petits cristaux de gypse et de sulfate d'alumine, indice de fumerolles sulfureuses. Le lavage de ces

échantillons par l'eau met, en outre, en évidence du chlorure de sodium, mais la proximité de la mer enlève toute portée à cette constatation.

Quant aux laves anciennes rejetées par les explosions, elles appartiennent soit à des basaltes francs, soit à des labradorites, qui doivent, à une haute cristallinité et à une grande richesse en feldspaths, une coloration d'un gris clair qui, sans le secours du microscope, pourrait conduire à les faire regarder comme beaucoup moins basiques qu'elles ne le sont en réalité.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Fritz Sarasin et Jean Roux. Nova Caledonia. *Recherches scientifiques en Nouvelle-Calédonie et aux îles Loyalty*. A : *Zoologie*, t. I, 3e fascicule; Mémoires de MM. Fred. V. Theobald, A. Porta et W. Michaelsen. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Calcul des lignes d'intensités égales dans la lumière zodiacale.* Note [1] de MM. Kr. **Birkeland** et **Skolem**.

Pour les deux premiers cas mentionnés dans notre Note précédente (p. 464), on aura, à un facteur insignifiant près, l'expression finale pour α entre o et $\frac{\pi}{2}$,

$$\frac{di}{d\omega} = \frac{\sin\varepsilon_3 - \sin\varepsilon_1}{\sin^2\gamma} + \frac{\sin\varphi - \cos\alpha\cos\gamma}{\sin\psi}\,\frac{(\sin\varepsilon_1 + \sin\varepsilon_3 - 2\sin\varepsilon_2)}{\sin^2\gamma} + \frac{\cos\alpha}{\sin\psi}\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_3} - \frac{2}{r_2}\right),$$

en posant

$$l = \sin\psi, \qquad \lambda = \sin\varphi,$$

tandis que

$$\sin\varepsilon_\mu = \frac{\rho_\mu - \cos\gamma}{r_\mu}, \qquad r_\mu^2 = 1 + \rho_\mu^2 - 2\rho_\mu\cos\gamma \qquad \cos\gamma = \cos\alpha\sin\varphi + \sin\alpha\cos\varphi\cos\beta,$$

β est l'élongation à partir du Soleil et

$$\rho_1 = 0, \qquad \rho_2 = \frac{\sin\varphi}{\cos\alpha}, \qquad \rho_3 = \frac{\sin\varphi + \sin\psi}{\cos\alpha}.$$

[1] Présentée dans la séance du 3 août 1914.

En effet on a pour $\alpha < \frac{\pi}{2}$ l'intégrale suivante :

$$\frac{di}{d\omega} = \int_{\rho_1}^{\rho_3} \frac{\sin\psi - \sin\varphi + \rho\cos\alpha}{\sin\psi}\frac{d\rho}{r^3} + \int_{\rho_2}^{\rho_3} \frac{\sin\psi + \sin\varphi - \rho\cos\alpha}{\sin\psi}\frac{d\rho}{r^3}$$
$$= \int_{\rho_1}^{\rho_3}\frac{d\rho}{r^3} + \frac{\sin\varphi}{\sin\psi}\left(\int_{\rho_2}^{\rho_3}\frac{d\rho}{r^3} - \int_{\rho_1}^{\rho_2}\frac{d\rho}{r^3}\right) - \frac{\cos\alpha}{\sin\psi}\left(\int_{\rho_2}^{\rho_3}\frac{\rho\,d\rho}{r^3} - \int_{\rho_1}^{\rho_2}\frac{\rho\,d\rho}{r^3}\right).$$

Pour trouver $\int_{\rho_\mu}^{\rho_\nu}\frac{d\rho}{r^3}$ nous poserons

$$\frac{\rho - \cos\gamma}{r} = \sin\varepsilon,$$

donc

$$\int_{\rho_\mu}^{\rho_\nu}\frac{d\rho}{r^3} = \frac{1}{\sin^2\gamma}\int_{\varepsilon_\mu}^{\varepsilon_\nu}\cos\varepsilon\,d\varepsilon = \frac{\sin\varepsilon_\nu - \sin\varepsilon_\mu}{\sin^2\gamma}.$$

De plus nous avons

$$\int_{\rho_\mu}^{\rho_\nu}\frac{\rho\,d\rho}{r^3} = \int_{r_\mu}^{r_\nu}\frac{dr}{r^3} + \cos\gamma\int_{\rho_\mu}^{\rho_\nu}\frac{d\rho}{r^3} = \frac{1}{r_\mu} - \frac{1}{r_\nu} + \frac{\cos\gamma}{\sin^2\gamma}(\sin\varepsilon_\nu - \sin\varepsilon_\mu),$$

car

$$\rho\,d\rho = r\,dr + \cos\gamma\,d\rho.$$

En substituant ces valeurs pour les intégrales $\int\frac{d\rho}{r^3}$ et $\int\frac{\rho\,d\rho}{r^3}$ nous obtenons pour $\frac{di}{d\omega}$ l'expression indiquée plus haut.

Pour des valeurs de $\alpha > \frac{\pi}{2}$, la formule devient par contre

$$\frac{di}{d\omega} = \frac{\sin\psi - \sin\varphi + \cos\alpha\cos\gamma}{\sin\psi}\frac{(\sin\varepsilon_2 - \sin\varepsilon_1)}{\sin^2\gamma} - \frac{\cos\alpha}{\sin\psi}\left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1}\right),$$

où

$$\rho_1 = 0 \qquad \text{et} \qquad \rho_2 = \frac{\sin\varphi - \sin\psi}{\cos\alpha}.$$

Or, dans ce cas nous avons

$$\frac{di}{d\omega} = \int_{\rho_1}^{\rho_2}\frac{\sin\psi - \sin\varphi + \rho\cos\alpha}{\sin\psi}\frac{d\rho}{r^3}$$
$$= \frac{\sin\psi - \sin\varphi}{\sin\psi}\int_{\rho_1}^{\rho_2}\frac{d\rho}{r^3} + \frac{\cos\alpha}{\sin\psi}\int_{\rho_1}^{\rho_2}\frac{\rho\,d\rho}{r^3}$$
$$= \frac{\sin\psi - \sin\varphi}{\sin\psi}\frac{\sin\varepsilon_2 - \sin\varepsilon_1}{\sin^2\gamma} + \frac{\cos\alpha}{\sin\psi}\left[\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} + \frac{\cos\gamma}{\sin^2\gamma}(\sin\varepsilon_2 - \sin\varepsilon_1)\right]$$
$$= \frac{\sin\psi - \sin\varphi + \cos\alpha\cos\gamma}{\sin\psi}\frac{\sin\varepsilon_2 - \sin\varepsilon_1}{\sin^2\gamma} + \frac{\cos\alpha}{\sin\psi}\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right).$$

Dans le troisième cas la formule devient

$$\frac{di}{d\omega}=\left[\frac{1}{\sin^2\gamma}-\frac{\cos^2\alpha}{\sin^2\psi}(t^2-1)\right](\sin\varepsilon_2-\sin\varepsilon_1)+\frac{2t\cos^2\alpha}{\sin^2\psi}(\cos\varepsilon_2-\cos\varepsilon_1)$$
$$-\frac{\cos^2\alpha}{\sin^2\psi}\log\text{nat.}\frac{1+\sin\varepsilon_2}{1+\sin\varepsilon_1}\frac{\cos\varepsilon_1}{\cos\varepsilon_2},$$

où

$$t=\frac{\cos\alpha\cos\gamma-\sin\varphi}{\cos\alpha\sin\gamma}$$

et

$$\rho_1=0,\qquad \rho_2=\frac{\sin\varphi+\sin\psi}{\cos\alpha}$$

pour $\alpha<\frac{\pi}{2}$, tandis que pour $\alpha>\frac{\pi}{2}$

$$\rho_1=0\quad\text{et}\quad\rho_2=\frac{\sin\varphi-\sin\psi}{\cos\alpha}.$$

Dans ce cas on a l'intégrale suivante :

$$\frac{di}{d\omega}=\int_{\rho_1}^{\rho_2}\frac{\sin^2\psi-(\rho\cos\alpha-\sin\varphi)^2}{\sin^2\psi}\frac{d\rho}{r^3}=\int_{\rho_1}^{\rho_2}\frac{d\rho}{r^3}-\frac{1}{\sin^2\psi}\int_{\rho_1}^{\rho_2}\frac{(\rho\cos\alpha-\sin\varphi)^2}{r^3}d\rho.$$

En posant

$$\frac{\rho-\cos\gamma}{r}=\sin\varepsilon,$$

on trouve

$$\int_{\rho_1}^{\rho_2}\frac{\rho\cos\alpha-\sin\varphi}{r^3}d\rho=\cos^2\alpha\left(\int_{\varepsilon_1}^{\varepsilon_2}\frac{d\varepsilon}{\cos\varepsilon}+2t\int_{\varepsilon_1}^{\varepsilon_2}\sin\varepsilon\,d\varepsilon+(t^2-1)\int_{\varepsilon_1}^{\varepsilon_2}\cos\varepsilon\,d\varepsilon\right)$$
$$=\cos^2\alpha\left[\log\text{nat.}\frac{1+\sin\varepsilon_2}{1+\sin\varepsilon_1}\frac{\cos\varepsilon_1}{\cos\varepsilon_2}-2t(\cos\varepsilon_2-\cos\varepsilon_1)\right.$$
$$\left.+(t^2-1)(\sin\varepsilon_2-\sin\varepsilon_1)\right],$$

d'où résulte l'expression indiquée pour $\frac{di}{d\omega}$.

ASTRONOMIE. — *Éclipse de Soleil du 20-21 août 1914.* Note de M. B. JEKHOWSKY, présentée par M. Appell.

J'ai observé cette éclipse, qui était partielle à Paris, à l'Observatoire de Montsouris (longitude $-0^h9^m20^s,7$, latitude $+48°49'18''$) avec un théodolite Gautier (ouverture de l'objectif 36mm, grossissement 30 fois) et un chronomètre T.-S. Delépine n° 1764, dont la correction a été prise par les signaux horaires de la Tour Eiffel.

M. Claude a également observé avec un théodolite grossissant 30 fois.

Voici les résultats obtenus par les deux observateurs :

	Premier contact.	
M. Claude..........	$23^h 5^m 15^s$	Temps moyen de Greenwich
M. Jekhowsky.......	$23^h 5^m 30^s$	

Malgré les nuages qui de temps en temps couvraient le Soleil, j'ai pu, quand le ciel s'éclaircissait, remarquer quelques particularités intéressantes.

Avant le commencement de l'éclipse et aussitôt après le premier contact, la partie de la Lune qui venait couvrir le Soleil paraissait un peu plus claire que l'autre partie.

Une grande et belle tache, d'une forme assez régulière, était visible sur le disque du Soleil.

Malheureusement, les nuages couvrant le Soleil de plus en plus ne m'ont pas permis de suivre l'occultation de la tache. J'ai pu noter seulement le contact extérieur du disque lunaire avec la pénombre de la tache, qui a eu lieu à $23^h 29^m 42^s$, temps moyen de Greenwich, et remarquer que le disque lunaire était plus sombre que le noyau de la tache.

J'ai constaté également la diminution de la lumière du jour au moment de la plus grande phase.

RADIOGRAPHIE. — *Du remplacement des plaques photographiques par le papier au gélatinobromure en radiographie.* Note de M. CH. VAILLANT, présentée par M. J. Carpentier.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie quelques négatifs radiographiques obtenus directement sur papier au gélatino (force carte).

Cette Communication a pour but d'appeler l'attention de tous les opérateurs radiographes sur la grande économie et les avantages qu'on peut tirer de ce nouveau procédé très rapide.

Les papiers gélatino (force carte) pèsent trente fois moins lourd que les plaques photographiques, coûtent trois fois moins cher et ne sont pas fragiles.

Chaque fois que, dans un examen, il n'y a pas besoin d'un tirage positif (épreuve) impossible à obtenir par contact à cause de l'opacité du carton support, on aura tout intérêt à exécuter directement la radiographie sur papier au gélatino.

Les temps de pose sont moins rapides qu'avec les plaques photographiques, il est donc nécessaire d'employer un écran renforçateur; les épreuves présentées ont été obtenues :

Main, pied	En	4	secondes
Poignet	»	6	»
Coude, cou de pied	»	8	»
Jambe	»	10	»
Épaule, genou	»	15	»
Cuisse	»	25	»
Thorax ou bassin	»	30	»

avec une bobine de 25^{cm} d'étincelle et interrupteur à turbine de Ducretet. La bobine fonctionne depuis 1897 à l'hôpital Lariboisière; il passe 12 ampères au primaire.

La finesse des documents dépend surtout de l'écran renforçateur employé.

Le bain de développement ayant donné les meilleurs résultats est le suivant :

Eau	1000
Sulfite de soude cristallisé	60
Carbonate de potasse	60
Hydroquinone	15
Bromure de potassium	1

MÉTÉOROLOGIE. — *Représentation nomographique de la direction moyenne du vent.* Note [1] de M. **Julien Loisel**, présentée par M. J. Violle.

J'ai eu l'honneur d'exposer dans une récente Communication la construction d'un nomogramme représentatif de la formule de Lambert

$$\tang \varphi = \frac{W - E}{N - S} \tag{1}$$

qui donne la *direction moyenne* du vent.

J'ai montré que ce nomogramme (en supposant les composantes N, E, S, W de la fréquence du vent rapportées à *huit* directions) était du type à deux échelles binaires parallèles avec une échelle rectiligne oblique.

Je désirerais aujourd'hui revenir sur ce sujet pour indiquer comment,

---

[1] Présentée dans la séance du 31 août 1914.

par l'emploi des nomogrammes à points alignés de M. d'Ocagne, qui se sont montrés si particulièrement efficaces dans les applications les plus diverses, on peut traduire graphiquement, de façon très simple, la formule (1), dans le cas plus complexe où la direction du vent est évaluée suivant *seize* rhumbs au lieu de *huit*.

Si l'on appelle n, nne, ne, ... les fréquences du vent correspondant aux directions nord, nord-nord-est, nord-est, ..., les composantes principales N, E, S, W suivant les directions cardinales, ont pour expression :

$$N = n + (nne + nnw)0,924 + (ne + nw)0,707 + (ene + wnw)0,383,$$
$$E = e + (ene + ese)0,924 + (ne + se)0,707 + (nne + sse)0,383,$$
$$S = s + (sse + ssw)0,924 + (se + sw)0,707 + (ese + wsw)0,383,$$
$$W = w + (wnw + wsw)0,924 + (nw + sw)0,707 + (nnw + ssw)0,383.$$

Posons

$$w - e = f_1, \qquad wnw + wsw - ene - ese = f_2, \qquad nw + sw - ne - se = f_3,$$
$$nnw + ssw - nne - sse = f_4;$$
$$n - s = f'_1, \qquad nne + nnw - sse - ssw = f'_2, \qquad ne + nw - se - sw = f'_3,$$
$$ene + wnw - wsw = f'_4,$$

avec

$$\varphi_1 = f_1 + f_2 \times 0,924, \qquad \varphi_2 = \varphi_1 + f_3 \times 0,707, \qquad \varphi_3 = \varphi_2 + f_4 \times 0,383;$$
$$\psi_1 = f'_1 + f'_2 \times 0,924, \qquad \psi_2 = \psi_1 + f'_3 \times 0,707, \qquad \psi_3 = \psi_2 + f'_4 \times 0,383.$$

La formule (1) devient ainsi

$$\tag{2} \operatorname{tang}\varphi = \frac{\varphi_3}{\psi_3}.$$

Écrivons encore

$$\varphi_3 = \mu u, \qquad \psi_3 = -\mu v,$$

μ étant un module arbitraire, puis introduisons ces valeurs dans la relation (2). Celle-ci prend la forme

$$\tag{3} u + v \operatorname{tang}\varphi = 0.$$

Elle représente, en coordonnées parallèles, un point dont les coordonnées cartésiennes sont définies par

$$x = \frac{\operatorname{tang}\varphi - 1}{\operatorname{tang}\varphi + 1}, \qquad y = 0,$$

et l'échelle qui lui correspond est projective de celle de la fonction $\operatorname{tang}\varphi$,

ce qui permet sa construction immédiate lorsqu'on en a marqué trois points.

Le nomogramme de l'équation (1) apparaît dès lors constitué par six échelles binaires accolées à deux systèmes d'axes rectangulaires, correspondant respectivement aux fonctions φ_1, φ_2, φ_3 et ψ_1, ψ_2, ψ_3, avec une échelle rectiligne oblique déterminant la fonction $\tang\varphi$.

Le mode d'emploi de ce nomogramme se réduit à ceci : Déterminer successivement les points φ_1, φ_2, φ_3, puis ψ_1, ψ_2, ψ_3, enfin l'alignement $\varphi_3\psi_3$. La cote du point d'intersection de cet alignement avec l'échelle oblique de la fonction $\tang\varphi$ donne la valeur cherchée.

Au lieu d'utiliser une succession d'échelles binaires, on peut aussi procéder par alignements multiples, ainsi que M. d'Ocagne en a fait la remarque (¹).

Une relation de la forme

$$g_1 + g_2 + g_3 + g_4 + z = 0 \tag{4}$$

peut être considérée comme le résultat de l'élimination des variables auxiliaires z_1 et z_2 entre les équations

$$\left\{\begin{array}{l} g_1 + g_2 + z_1 = 0, \\ z_1 - g_3 + z_2 = 0, \\ z_2 + g_4 + z = 0. \end{array}\right. \tag{5}$$

L'addition de ces égalités, après avoir multiplié la seconde par -1, donne, en effet, l'équation (4).

Considérons alors la première, par exemple, des relations (5). Posons

$$u = \mu_1 g_1, \qquad v = \mu_2 g_2,$$

μ_1 et μ_2 étant des modules quelconques adoptés respectivement pour les échelles des fonctions g_1 et g_2 le long des axes u et v.

Tirant de là g_1 et g_2 pour les porter dans l'équation

$$g_1 + g_2 + z_1 = 0,$$

on a pour le système de la fonction z_1

$$\mu_2 u + \mu_1 v = -\mu_1\mu_2 z_1$$

et, pour les coordonnées cartésiennes de l'échelle correspondante,

$$x = \delta\frac{\mu_1 - \mu_2}{\mu_1 + \mu_2}; \qquad y = -\frac{\mu_1\mu_2 z_1}{\mu_1 + \mu_2},$$

(¹) *Calcul graphique et nomographique*, 2ᵉ édit., p. 308.

en désignant par δ la distance du support de cette échelle à la charnière.

Le nomogramme rentre donc dans le type canonique des équations pouvant être représentées au moyen de trois échelles rectilignes parallèles.

La deuxième et la troisième des équations (5) répondent à des nomogrammes analogues. On pourra juxtaposer deux nomogrammes partiels en adoptant, pour les variables auxiliaires z_1 et z_2 qu'ils ont en commun, la même échelle dont il suffira de conserver le support ou de le graduer de façon arbitraire pour le repérage.

Deux séries de nomogrammes consécutifs correspondant, l'une au numérateur, l'autre au dénominateur de l'équation (2), fourniront par alignements successifs les fonctions φ_3 et ψ_3.

Reste à obtenir tang φ. Pour cela, posons

$$u = \mu_1 \psi_3, \qquad v = -\mu_2 \varphi_3,$$

μ_1 et μ_2 étant toujours des modules arbitraires. On en déduit pour la fonction tang φ

$$\mu_2 u \operatorname{tang} \varphi + \mu_1 v = 0$$

et, pour les coordonnées des points de l'échelle,

$$x = \delta \frac{\mu_1 - \mu_2 \operatorname{tang} \varphi}{\mu_1 + \mu_2 \operatorname{tang} \varphi}, \qquad y = 0.$$

La graduation n'offre aucune difficulté.

Le nomogramme correspondant rentre dans le type canonique des équations représentables au moyen de trois échelles dont deux sont parallèles.

Le mode d'emploi du nomogramme représentatif de l'équation (2) est alors le suivant : On réalise l'alignement $f_1 f_2$, puis on le fait pivoter autour du point où il rencontre le support z_1 jusqu'à ce qu'il passe par le point f_3. Il vient couper le support z_2 en un point autour duquel on le fait pivoter de façon à le faire passer par le point f_4. La cote de son point d'intersection avec le support z_3 donne la valeur φ_3. On obtient ψ_3 par une opération analogue. L'alignement simple φ_3 ψ_3 donne ensuite tang φ.

A 15 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures et quart.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 août 1914.

Note préliminaire sur l'œuf du Volvox globator, par Charles Janet. Limoges, Ducourtieux et Gout. 1914; 1 fasc. in-8°.

La Revue électrique; 11e année, t. XXII, n° 255, vendredi 7 août 1914. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées; 25e année, n° 15, 15 août 1914. Paris, Armand Colin; 1 fasc. in-4°.

Washington University Studies; t. I, part II, n° 2. Saint-Louis, Mo., avril 1914; 1 vol. in-4°.

Anthropological Report on the Ibo-speaking peoples of Nigera, by Northcote-W. Thomas; parts: IV. *Law and custom.* — V. *Addenda to Ibo-English Dictionary.* — VI. *Proverbs, Stories, Tones in Ibo.* Londres, Harrison et fils, 1914; 3 vol. in-8°.

Experiments in the destruction of fly larvæ in horse manure, by F.-C. Cook. (*Bull. of the U. S. Department of Agriculture;* n° 118.) Washington, juillet 1914; 1 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 31 août 1914.

Congrès des Sociétés savantes à Paris. Discours prononcés à la séance de clôture du Congrès, le samedi 18 *avril* 1914, par MM. Ch. de la Roncière et Bienvenu-Martin. Paris, Imprimerie nationale, 1914; 1 fasc. in-8°.

Circulaire et programme concernant le 53e *Congrès des Sociétés savantes de Paris et des départements, qui s'ouvrira à Marseille le mardi* 6 *avril* 1915. Paris, Imprimerie nationale, 1914; 1 fasc. in-8°.

Bulletin et Comptes rendus mensuels de la Société de l'Industrie minérale, juillet 1914: *Tables des matières.* Saint-Étienne, au siège de la Société; 1 fasc. in-8°.

Aguas minerales de la provincia de San-Juan, por el Dottor M. de Thierry. Buenos-Ayres, 1914; 1 fasc. in-8°.

Royal Observatory, Hongkong. Monthly meteorological Bulletin, may 1914. Hongkong, 1914; 1 fasc. in-4°.

Division territorial de los Estados-Unidos Mexicanos : Estado de Guanajuato y Estado de Guerrero. Mexico, 1913-1914; 2 fasc. in-4°.

Transactions of the American mathematical Society; t. XV, n° 3, july 1914. Lancaster, Pa., 1914; 1 fasc. in-4°.

The Physical Review, a journal of experimental and theoretical physics, conducted by American physical Society; t. IV, second series, number 2. Lancaster, Pa., août 1914; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 24 août 1914.)

Page 450, ligne 23, *au lieu de* Note de M. E. Maurié, *lire* Note de M. Émile Maurin.

(Séance du 7 septembre 1914.)

Note de M. *Fournier*, Résistance d'un fluide à la translation horizontale d'un corps fuselé, suivant son axe de figure :

Page 486, au numérateur du second membre de la formule (5), *au lieu de*

$$15,6^{\left(\frac{1,225}{\varpi}\right)}\sqrt{L} \quad \ldots,$$

lire

$$15,6^{\left(\frac{1,225}{\varpi}\right)^{0,16}}\sqrt{L} \quad \ldots.$$

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 SEPTEMBRE 1914.

PRÉSIDENCE DE M. P. APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, en annonçant à l'Académie la perte qu'elle vient de faire en la personne de M. *Pérez*, Correspondant pour la Section d'Anatomie, s'exprime comme il suit :

M. Pérez, ancien professeur à l'Université de Bordeaux, a été un savant de grand mérite, un entomologiste de premier ordre. J'adresse, au nom de l'Académie, nos douloureuses condoléances et l'expression de notre profonde sympathie à la famille de notre Confrère et en particulier à son fils, M. Charles Pérez, maître de conférences à la Sorbonne, savant distingué, qui marche sur les traces de son père.

ASTRONOMIE. — *Remarques relatives à la construction de l'équatorial coudé.* Note [1] de M. **Maurice Hamy**.

L'équatorial coudé, imaginé par Lœwy, a été réalisé, pour la première fois, en 1882, à l'Observatoire de Paris. Depuis cette époque plusieurs instruments du même type ont été montés dans divers observatoires français et étrangers. Le plus puissant de tous ($0^m,60$ d'ouverture, 18^m de distance focale) a été érigé en 1889. C'est cette lunette, habilement maniée par Lœwy et Puiseux, qui a fourni les magnifiques cartes de la

[1] Communication faite dans la séance du 14 septembre 1914.

Lune, admirées dans le monde entier, grâce auxquelles la surface de notre satellite est aujourd'hui mieux connue que celle de notre globe lui-même.

Au point de vue optique, l'équatorial coudé diffère de l'équatorial droit par l'adjonction de deux miroirs plans qui permettent, en détournant les rayons, de rendre le centre du champ immobile.

A l'intersection de l'axe optique de l'objectif et de l'axe de déclinaison d'un équatorial droit, installons un miroir plan, dans un barillet faisant corps avec le tube de la lunette, de façon que les rayons venant de l'objectif soient réfléchis dans l'axe de déclinaison, supposé creux. Au point de rencontre de l'axe de déclinaison et de l'axe horaire, installons un autre miroir plan, monté dans un barillet faisant corps avec ce second axe et orienté de façon à réfléchir les rayons suivant l'axe horaire, supposé creux également. Si la distance focale de l'objectif, la longueur de l'axe de déclinaison et celle de l'axe horaire sont convenables, le plan focal de l'instrument sera ainsi réfléchi à l'une des extrémités de ce dernier axe et le centre du champ sera fixe. Dans l'équatorial ainsi modifié, on peut raccourcir à volonté le tube de la lunette, quitte à allonger en conséquence l'axe horaire et l'axe de déclinaison. Supprime-t-on complètement ce tube et monte-t-on l'objectif tout près du premier miroir, on obtient l'équatorial coudé tel que l'a fait construire Lœwy.

L'instrument ainsi compris jouit d'une grande stabilité et l'observateur n'a pas à se déplacer, sous l'action du mouvement diurne. Par contre, les réflexions sur les miroirs absorbent de la lumière et la présence de ces miroirs eux-mêmes rendent l'instrument d'autant plus sensible aux variations de température qu'il est de plus grandes dimensions.

Ces inconvénients peuvent être fort amoindris, en apportant quelques modifications à la forme de l'instrument à laquelle s'est arrêté Lœwy. Il y a effectivement intérêt, non seulement à ne pas rapprocher, presque au contact, l'objectif du premier miroir rencontré par la lumière, mais, bien au contraire, à l'en éloigner le plus possible.

Tant que le diamètre d'un miroir est au-dessous de $0^{m},40$, son épaisseur ne dépasse pas quelques centimètres; aussi se met-il rapidement en équilibre de température avec le milieu ambiant, dans une enceinte close. On peut le monter de manière à le mettre à l'abri des flexions; son poids modéré ne gêne pas les manipulations relatives à l'opération de l'argenture. En un mot, c'est un appareil pratique. Au delà de $0^{m},40$ de diamètre, l'emploi en est plus délicat. Les variations de température notamment deviennent un ennemi contre lequel la lutte est extrêmement

difficile, voire même à peu près impossible, dans les très grandes dimensions. C'est pourquoi il y a avantage à réduire le plus possible les dimensions des miroirs de l'équatorial coudé, pour en faire un instrument aussi peu sensible à la température que l'équatorial ordinaire. Or, c'est justement le résultat obtenu en éloignant l'objectif du premier miroir. Si, au lieu de mettre ce miroir contre l'objectif, on le place à une distance de l'oculaire égale au tiers de la longueur focale, on pourra lui donner une ouverture sensiblement égale, au tiers seulement de celle que réclame la disposition adoptée par Lœwy; d'où : dépense moindre pour la taille des miroirs; économie de lumière, puisque l'argenture peut être bien mieux entretenue pour un petit miroir que pour un grand; avantage enfin au point de vue de la qualité des images, beaucoup moins influencées par les variations de température. Cet avantage est même double, car : 1° les déformations des miroirs provoquées, dans des conditions données, par la température sont incomparablement moindres pour un miroir d'un certain diamètre que pour un miroir trois fois plus grand; 2° la répercussion d'une déformation d'un miroir sur l'image fournie au foyer de l'équatorial est proportionnelle à la distance qui sépare ce miroir du plan focal, distance très réduite dans la disposition dont il est question ici.

En résumé, il y a intérêt au point de vue optique, dans un équatorial coudé, à éloigner le plus possible l'objectif du premier miroir rencontré par la lumière. Dans la pratique, si l'on craint, en agissant de la sorte, ne pas avoir un instrument suffisamment compact, notamment en cas d'emploi d'un objectif de très grande longueur focale, on peut tourner la difficulté de la manière suivante, quitte à modifier plus profondément la disposition de Lœwy :

Considérons, comme ci-dessus, un équatorial droit. Dans le bras de la lunette portant l'oculaire, à une distance de l'objectif dont il sera question plus loin, plaçons un miroir plan monté dans un barillet solidaire du tube de la lunette et orienté de façon à réfléchir l'axe optique de l'objectif vers le point de croisement de l'axe de déclinaison et de l'axe horaire. En ce point, on installera un autre miroir réfléchissant les rayons dans la direction de l'axe du monde. Le plan focal occupera la même position que dans l'équatorial coudé. Mais, contrairement à ce qui a lieu avec l'instrument de Lœwy, le second miroir devra subir un changement d'orientation chaque fois qu'on passera d'une déclinaison à une autre. Il ne saurait d'ailleurs en résulter aucune difficulté dans les applications, le

calage de ce miroir pouvant se faire automatiquement, comme nous allons l'indiquer.

Supposons le barillet du miroir monté à la cardan, de façon que le centre de sa face réfléchissante coïncide constamment avec le point de concours de l'axe de déclinaison et de l'axe horaire. Pour que l'axe optique, après la seconde réflexion, reste constamment dans la direction de l'axe du monde, lorsque la déclinaison varie, on démontre que la normale au centre du miroir doit décrire un cône du second degré, lié à l'axe horaire, possédant une direction de plans cycliques perpendiculaire à l'axe de déclinaison. Si l'on considère une des sections circulaires quelconque de ce cône et le rayon joignant son centre au point où la normale au miroir, correspondant à la déclinaison $\mathcal{D}$, rencontre la circonférence, on trouve que l'inclinaison de ce rayon, sur le plan de l'équateur, est précisément égale à $\mathcal{D}$.

On peut utiliser cette propriété pour guider la normale au miroir. Supposons, pour fixer les idées, la lunette placée à l'Est de son pied et désignons par α l'angle de la partie Est de l'axe de déclinaison avec la direction allant du centre du miroir, le plus près de l'oculaire, au centre du miroir, le plus près de l'objectif. Admettons d'abord qu'on veuille réfléchir les rayons dans la direction du pôle Nord.

A partir du point P de rencontre de l'axe de déclinaison et de l'axe horaire, portons sur le prolongement, vers l'Ouest, de l'axe de déclinaison, une longueur $l \cos\alpha$, l étant choisi arbitrairement. Du point auquel on parvient ainsi, descendons perpendiculairement à l'équateur, vers le Sud, jusqu'à ce qu'on ait parcouru une distance égale à l. La considération de l'équation du cône défini ci-dessus montre qu'on arrive ainsi au centre de la section circulaire déterminée par le plan, perpendiculaire à l'axe de déclinaison, situé à la distance $l \cos\alpha$ du point P.

Le point d'arrivée étant rendu solidaire de l'axe horaire de l'équatorial, prenons-le comme centre de rotation d'une manivelle assujettie à se mouvoir dans un plan perpendiculaire à l'axe de déclinaison, manivelle à laquelle on donnera la longueur $l \sin\alpha$ égale au rayon de la section circulaire. A l'extrémité de la manivelle, on montera à la cardan un manchon dans lequel glissera une tige cylindrique montée, sur le barillet du miroir, concentriquement et normalement à sa surface.

Dans ces conditions, en inclinant, sur le plan de l'équateur, la manivelle de l'angle $\mathcal{D}$ égal à la déclinaison de la lunette, le miroir prendra l'orientation convenable. On peut, de plusieurs manières, rendre ce calage auto-

matique. La plus simple consiste à fixer, sur l'axe de déclinaison et sur l'axe de rotation de la manivelle, deux roues dentées identiques engrenant toutes deux avec une troisième roue quelconque. De cette manière, si la manivelle a l'orientation convenable pour une déclinaison donnée, elle suivra la lunette dans ses déplacements en déclinaison et l'axe optique de l'objectif sera constamment réfléchi vers le pôle Nord.

Le cosinus de l'angle d'incidence des rayons sur le miroir mobile a pour valeur $\sqrt{\frac{1 - \sin\alpha \sin Ⓓ}{2}}$. L'incidence, moindre pour les déclinaisons négatives que pour les déclinaisons positives, atteint sa plus forte valeur au pôle.

L'axe optique de l'objectif peut être réfléchi tout aussi facilement dans la direction du pôle Sud. Le centre de rotation de la manivelle s'obtient alors de la façon suivante (la lunette étant toujours supposée placée à l'Est de son pied, pour faciliter les explications) : se porter d'abord sur le prolongement Ouest de l'axe de déclinaison, à une distance $l\cos\alpha$ de l'axe horaire comme précédemment; parcourir ensuite, perpendiculairement à l'équateur, une distance l dans la direction du Nord. Le point ainsi défini, rendu solidaire de l'axe horaire, devra être pris comme centre de rotation de la manivelle à laquelle on donnera encore la longueur $l\sin\alpha$. Son extrémité sera pourvue du manchon destiné à guider la normale au miroir.

Dans ce cas, le cosinus de l'angle d'incidence des rayons sur le miroir mobile a pour valeur $\sqrt{\frac{1 + \sin\alpha \sin Ⓓ}{2}}$. L'incidence, moindre pour les déclinaisons positives que pour les déclinaisons négatives, atteint sa plus forte valeur à l'horizon Sud, valeur elle-même inférieure à l'incidence maxima qui correspond au cas où les rayons sont renvoyés dans la direction du Nord. Il y a donc intérêt, dans nos latitudes, à renvoyer les rayons dans la direction du Sud. Dans cette hypothèse, en faisant $\alpha = 45°$, on pourrait observer des astres ayant des déclinaisons négatives atteignant $-45°$ sans que l'incidence sur le miroir mobile atteigne 60°. Pratiquement, si la déclinaison ne descend pas au-dessous de $-20°$, l'incidence restera inférieure à 52°,2.

Mais l'équatorial peut être organisé de manière à observer tantôt à l'extrémité Nord de l'axe horaire, tantôt à l'extrémité Sud.

Pour obtenir ce résultat, il suffirait de monter l'axe de rotation de la manivelle, conduisant la normale au miroir, à l'extrémité d'un bras de longueur l pouvant tourner concentriquement à l'axe de déclinaison et être rendu solidaire de l'axe horaire dans deux positions opposées perpendiculaires à l'équateur. En portant le bras tantôt au Nord, tantôt au Sud

de l'équateur, on réfléchirait le plan focal soit au Sud de l'axe horaire, soit au Nord.

L'emploi de cette disposition permettrait d'avoir des incidences ne dépassant pas 45° sur le miroir mobile.

Dans un instrument fondé sur les considérations qui précèdent, la direction du mouvement diurne, dans le champ, varie avec la déclinaison, comme dans l'équatorial de Lœwy, mais en suivant une autre loi.

Dans le cas où le plan focal est réfléchi, au Nord de l'axe horaire, on obtient cette direction comme il suit :

Commencer par caler l'instrument à la déclinaison $\mathfrak{D} = \alpha$ et noter la division du cercle de position en coïncidence avec l'index, lorsque le fil du micromètre est parallèle au déplacement des étoiles, dans le champ. Quand l'instrument est orienté vers la déclinaison $\mathfrak{D}$, la tangente de l'angle que fait la nouvelle direction du mouvement diurne, dans le champ, avec l'ancienne, prise comme direction de repère, a pour valeur

$$\frac{\sin\alpha - \sin\mathfrak{D}}{\cos\alpha\cos\mathfrak{D}};$$

l'angle étant compté dans le sens inverse des aiguilles d'une montre pour un observateur qui regarde le champ.

Dans le cas où le plan focal est réfléchi au Sud de l'axe, la tangente de l'angle des directions du mouvement diurne, pour la déclinaison $\mathfrak{D}$ et la déclinaison $\mathfrak{D} = -\alpha$, a pour expression

$$\frac{\sin\alpha + \sin\mathfrak{D}}{\cos\alpha\cos\mathfrak{D}};$$

l'angle étant compté dans le sens des aiguilles d'une montre pour un observateur regardant le champ.

Il convient maintenant de fixer les dimensions à donner aux diverses parties de la lunette dont on vient d'indiquer les propriétés. Appelons a la longueur du bras de la lunette portant l'objectif, longueur comptée à partir de l'axe de déclinaison; b la distance du centre du premier miroir rencontré par la lumière à l'axe de déclinaison; c la longueur de l'axe de déclinaison proprement dit, égal à la distance de l'axe optique de l'objectif au point de croisement de l'axe de déclinaison et de l'axe horaire; δ la distance du centre du second miroir rencontré par la lumière au plan focal doublement réfléchi. Si l'on veut que le premier miroir soit à une distance de l'objectif égale à k fois le reste de la longueur focale, on doit poser les

équations

$$a + b\left(1 + \frac{1}{\sin\alpha}\right) + \delta = F$$

(F étant la longueur focale de l'objectif),

$$a + b = k\left(\frac{b}{\sin\alpha} + \delta\right),$$

dont on tire

$$a = \frac{k - \sin\alpha}{k + 1}F + \delta\sin\alpha,$$

$$b = \sin\alpha\left[\frac{F}{k+1} - \delta\right].$$

On a d'ailleurs

$$c = b\cot\alpha.$$

Si l'on a par exemple

$$F = 18^m, \qquad k = 2 \qquad \text{et} \qquad \alpha = 45^\circ,$$

on tire de là :

$$\text{Pour } \delta = 1^m \begin{cases} a = 8^m{,}46 \\ c = b = 3^m{,}54 \end{cases} \qquad \text{Pour } \delta = 2^m \begin{cases} a = 9^m{,}17 \\ b = c = 2^m{,}83 \end{cases}$$

On trouve d'ailleurs que, pour obtenir un champ de 18^c, il faut donner aux miroirs, en tenant compte des incidences maxima :

$$\text{Pour } \delta = 1^m \begin{cases} 1^{er} \text{ miroir} = 34^c{,}6 \\ 2^e \text{ miroir} = 33^c{,}2 \end{cases} \qquad \text{Pour } \delta = 2^m \begin{cases} 1^{er} \text{ miroir} = 34^c{,}6 \\ 2^e \text{ miroir} = 37^c{,}0 \end{cases}$$

A la valeur $\delta = 2$ correspondrait un axe horaire de 4^m de longueur, dans un instrument organisé pour observer au Nord et au Sud de l'axe. On aurait ainsi une bonne stabilité.

La dimension du miroir mobile, indiquée dans l'exemple ci-dessus, pourrait être de beaucoup réduite si l'on s'assujettissait à observer les astres de déclinaisons négatives éloignés de l'équateur, au Nord de l'axe horaire, et les astres voisins du pôle, au Sud de l'axe horaire.

Un équatorial construit d'après les idées qui viennent d'être exposées jouirait de tous les avantages de l'équatorial coudé, tel que l'a conçu Lœwy, et n'aurait rien à craindre des variations de température. Son emploi serait particulièrement commode pour les applications spectroscopiques.

CORRESPONDANCE.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Modifications chimiques des organes végétaux subissant la fermentation propre.* Note [1] de M. **Marin Molliard**, présentée par M. Costantin.

Dans un travail [2] relatif à certaines modifications histologiques qui apparaissent dans les organes végétaux, fruits ou tubercules, soumis à la fermentation propre, nous avons, M. Matruchot et moi, institué une technique permettant de réaliser ce phénomène à l'abri de tout microorganisme : la méthode consiste essentiellement à découper l'organe d'une manière aseptique à l'aide d'un emporte-pièce de forme appropriée et à introduire le morceau prélevé dans un tube stérilisé; c'est cette technique qui m'a servi à l'étude des transformations d'ordre chimique que subissent les différentes substances constitutives du péricarpe du Potiron (*Cucurbita maxima*), plus spécialement les substances sucrées et les matières azotées.

Les différents morceaux soumis à l'expérience ont été prélevés dans le même fruit à une profondeur aussi constante que possible et tangentiellement à la surface extérieure; on en avait le poids en pesant le tube et son tampon d'ouate avant et après l'introduction du cylindre découpé par l'emporte-pièce; ce poids variait entre 14^g et 15^g; les analyses ont été faites sur certains cylindres aussitôt après leur prélèvement, puis à des époques successives sur des cylindres introduits dans des tubes qui avaient été laissés en relation avec l'atmosphère par le tampon d'ouate ou qui avaient été, au contraire, fermés et auxquels on avait adapté un tube de dégagement; on pouvait ainsi comparer les transformations des substances considérées dans la vie aérobie et la vie anaérobie du péricarpe du Potiron.

Je transcris ici les nombres qui se rapportent aux substances envisagées et qui correspondent : 1° au début de l'expérience; 2° à une période de 30 jours; 3° à une période de 75 jours, temps au bout duquel le déga-

(1) Présentée dans la séance du 14 septembre 1914.

(2) Matruchot et Molliard, *Recherches sur la fermentation propre* (*Rev. gén. Bot.*, t. XV, 1903).

gement gazeux prenait fin; 4° enfin à une période, allant jusqu'à 150 jours environ, qui avait échappé jusqu'ici à l'observation et qui est caractérisée par une diminution graduelle de la pression; commençant à se faire sentir quelque temps après la cessation du dégagement de gaz carbonique, celle-ci atteignait son maximum au bout de 5 mois. Tous ces nombres sont rapportés à 100^g de substance fraîche et je me réserve d'indiquer ailleurs les méthodes, du reste classiques, employées pour les obtenir :

		30 jours.		75 jours.		150 jours.	
	Début.	Tubes ouverts.	Tubes fermés.	Tubes ouverts.	Tubes fermés.	Tubes ouverts.	Tubes fermés.
Sucres (gr) — total	2,81	1,21	1,60	1,12	1,37	0,57	1,07
Sucres (gr) — solubles dans l'alcool — réducteurs	2,47	0,89	1,33	0,85	1,12	0,33	0,97
Sucres (gr) — solubles dans l'alcool — non réducteurs	0,06	0,06	0	0	0	0	0
Sucres (gr) — insolubles dans l'alcool, solubles dans l'eau	0,28	0,26	0,27	0,27	0,25	0,24	0,10
Azote (mgr) — total	90,5	89,7	88,6	91,4	89,2	88,9	89,6
Azote (mgr) — protéique	38,6	27,3	28,3	26	26,5	20,4	16,8
Azote (mgr) — soluble	51,9	62,4	60,3	65,4	62,7	68,5	72,8
Azote (mgr) — ammoniacal	1,9	3,8	6,6	5	6,8	5,5	7
Azote (mgr) — aminé	14,5	14,1	15,3	13,5	22,9	14,1	28,7
Azote (mgr) — amidé	4,7	4,3	0	0	0	0	0
Acidité (+) ou alcalinité (—) en centimètres cubes SO^4H^2 normal	+0,90	+0,90	—0,20	+0,77	—0,25	+0,62	—0,74

Ce Tableau montre tout d'abord que l'utilisation des sucres est plus rapide à l'air qu'en l'absence d'oxygène et que la petite quantité de sucres extraits par l'alcool et non réducteurs disparaît plus vite dans la vie anaérobie; jusqu'à la fin de l'expérience, la quantité de sucres insolubles dans l'alcool et extraits par l'eau reste constante dans les échantillons en relation avec l'air; il en est de même pour ceux qui vivent en atmosphère confinée tant que dure le dégagement de gaz carbonique; mais, dans ce dernier cas, les sucres de cette catégorie sont à leur tour utilisés partiellement durant la dernière période.

Il y a lieu de remarquer que la perte en poids sec des échantillons correspond exactement à la disparition des sucres; elle concorde avec la constance de l'azote total aux différents stades de l'expérience.

La transformation des matières protéiques en substances solubles s'effectue dans les deux conditions, mais elle est plus profonde pour les échantillons vivant à l'abri de l'air dans la dernière période considérée.

L'azote à l'état aminé reste constant à l'air libre; il augmente au contraire graduellement en vie anaérobie; par contre, l'azote amidé, plus long à disparaître à l'air que dans les tubes fermés, n'existe plus dans aucun échantillon au bout de 75 jours; enfin, l'ammoniaque augmente graduellement dans les deux cas, mais plus fortement dans l'air confiné.

C'est à la formation de cette ammoniaque qu'on est naturellement amené à rapporter la diminution de pression que j'ai observée dans la période ultime; pour des tubes de 50^{cm^3} de contenance, à l'intérieur desquels on a introduit un morceau de Potiron de 15^g, la dépression peut atteindre graduellement 12^{cm} de mercure; une partie du gaz carbonique se serait combiné à l'ammoniaque formée. Mais il est facile de se rendre compte que la quantité d'ammoniaque dosée est très insuffisante pour expliquer une fixation de gaz carbonique correspondant à la dépression signalée; d'autre part, l'alcalinité qui remplace en atmosphère confinée la réaction acide des morceaux de Potiron laissés à l'air, et qui s'accentue notablement vers la fin de l'expérience, a une valeur plus considérable que celle qui correspondrait uniquement à l'ammoniaque formée; il faut donc admettre la formation d'autres substances alcalines, telles que des bases xanthiques, pendant la dernière période de la fermentation propre, hypothèse qui concorde d'ailleurs avec l'augmentation progressive de l'azote aminé en atmosphère confinée.

On voit donc, en résumé, que la fermentation propre ne se distingue pas seulement de la vie aérobie par le mode d'utilisation des substances sucrées, mais que tout le chimisme cellulaire se trouve modifié; le changement de réaction et les transformations subies par les substances azotées suffisent à le démontrer.

A 15 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 septembre 1914.

Archives de Médecine et Pharmacie navales, recueil publié par ordre du Ministre de la Marine; t. CII, n° 7, juillet 1914. Paris, Imprimerie nationale; 1 fasc. in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; nouvelle série, t. XXVIII, 6 août 1914; t. II, n° 32. Paris, au Bureau du journal; 1 fasc. in-8°. (La Direction annonce que, en raison des événements, la publication est suspendue.)

La estructura geológica y los yacimientos petroliferos del distrito minero de Orán, provincia de Salta, per Guido Bonarelli. (Ministerio de Agricultura. Direccion general de Minas, Geologia et Hidrologia; *Bulletin* n° 9; série B : *Geologia.*) Buenos-Ayres, 1914; 1 fasc. in-4°.

Royal botanic Gardens, Kew. *Bulletin of miscellaneous information; Appendix II*, 1914 : *Catalogue of the library. Additions received during* 1913. Londres, Jas, Truscott et fils, 1914; 1 fasc. in-8°.

Journal of the Royal microscopical Society; part 4, august 1914. Londres, 1914; 1 fasc. in-8°.

Atti della Reale Accademia dei Lincei : Rendiconti; Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali; t. XXIII, 1914, 1er semestre, fasc, 12; 2e semestre, fasc. 1, Rome; 2 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 14 septembre 1914.

Nova Caledonia. *Recherches scientifiques en Nouvelle-Calédonie et aux îles Loyalty*, par Fritz Sarasin et Jean Roux. A : *Zoologie*, t. I, 3e fascicule; Mémoires de MM. Fred. V. Theobald, A. Porta et W. Michaelsen. Wiesbaden, C.-W. Kreidel; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Bulletin international du Bureau central météorologique de France; 55e année, 1914, nos 213-243, du samedi 1er août au lundi 31 août. Paris, 31 feuilles in-4°.

Annales scientifiques de l'École Normale supérieure; 3e série, 31e année, 1914, n° 6, juin. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Marseille-Médical, journal bi-mensuel; 51e année, n° 16, 1er septembre 1914. Marseille; 1 fasc. in-8°.

Bulletin mensuel des renseignements agricoles et des maladies des plantes:

5e année, n° 8, août 1914. Rome, Imprimerie de l'Institut international d'Agriculture, 1914; 1 fasc. in-8°.

Carnegie Institution of Washington. *Contributions from Mount Wilson solar Observatory;* n° 82. *On the individual parallaxes of the brighter galactic helium stars in the southern hemisphere, together with considerations on the parallax of stars in general*, by J.-C. Kapteyn. (Extr. de *Astrophysical Journal*, t. XL, 1914.) 1 fasc. in-4°.

Revista medica del Uruguay, año XVII, n° 7, julio de 1914. Montevideo; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 10 août 1914.)

Note de M. *François Canac*, Sur un nouveau procédé de mesures cristallographiques au moyen des rayons de Röntgen :

Page 406, ligne 6, formule (4), *au lieu de*

$$\frac{1}{2}(\cot\alpha_n + \cot\alpha'_n) = \frac{\mu}{h},$$

lire

$$\frac{1}{2}(\cot\alpha_n - \cot\alpha'_n) = \frac{\mu}{h}.$$

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 SEPTEMBRE 1914.

PRÉSIDENCE DE M. P. APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Edmond Perrier** donne sur M. *Jean Pérez*, qui vient de mourir, les détails suivants :

M. Jean Pérez, que l'Académie vient de perdre, était un des Correspondants les plus méritants dans la Section d'Anatomie et Zoologie. Il s'était formé seul et, à force de travail, était arrivé à être chargé de Cours de Physique et d'Histoire naturelle au lycée d'Agen, lorsqu'en 1866 il présenta à Henri Milne-Edwards, pour obtenir le grade de docteur ès sciences naturelles, un Mémoire tout à fait de premier ordre sur un ver presque microscopique, vivant dans la terre, bien qu'appartenant à la même classe que celui qui se loge si souvent dans l'intestin des enfants, l'*Ascaris lumbricoides*, celle des Nématodes. Le Nématode de J. Pérez était l'Anguillule terrestre (*Rhabditis terricola* Dujardin) voisine de l'Anguillule de la pâte et du vinaigre. A cette occasion il s'attaquait aux différents problèmes de la formation de l'œuf et du spermatozoïde, étudiait les phases premières du développement embryonnaire, découvrait chez l'Anguillule des faits incontestables de parthénogenèse, mettait en évidence les mues successives du jeune animal, inconnues jusque-là chez les Nématodes et qui sont la première indication des rapports qui les lient aux animaux articulés. Ce Mémoire, qui contenait un si grand nombre de faits nouveaux, attira vivement l'attention et valut à Pérez l'amitié d'Henri de Lacaze-Duthiers, lui-même originaire du département du Lot-et-Garonne et qui séjournait souvent à Agen. Il était à ce moment-là maître de Conférences à l'École Normale supé-

rieure. Devenu bientôt professeur au Muséum d'Histoire naturelle, Lacaze-Duthiers songea à prendre Pérez comme aide-naturaliste en remplacement de Hupé qui venait de mourir. Mais le poste de professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux étant devenu vacant sur ces entrefaites, Pérez y fut nommé et il y a passé toute son existence. On lui doit des découvertes remarquables sur la génération de Mollusques gastéropodes hermaphrodites: mais ses principales études ont porté sur les Arthropodes.

L'origine et la structure de l'œuf des insectes, des cellules vitellogènes qui l'accompagnent dans les gaines ovariennes, ont été précisées par lui. Bien qu'il ait constaté lui-même que les œufs non fécondés de la *Melittobia Audouini* peuvent se développer sans fécondation, mais ne donnent alors naissance qu'à des mâles, il chercha à vérifier expérimentalement la théorie de Dzierzon sur l'origine parthénogénétique des mâles des abeilles. En accouplant des reines d'abeilles françaises avec des mâles italiens, il constata l'influence de ces derniers sur les descendants mâles de la reine française. Ce fait important a reçu depuis diverses interprétations, bien que Pérez ait réussi à convaincre Dzierzon lui-même. On lui doit d'ailleurs de nombreuses recherches sur les abeilles et sur les insectes hyménoptères, en général, qu'il connaissait si bien que le voyageur Charles Alluaud lui confia l'étude de ceux qu'il avait recueillis aux Seychelles et aux Canaries. C'est au cours de ces études qu'il signala l'influence que peut exercer un parasite sur son hôte, influence déjà observée à la vérité par Allmann sur les polypes hydraires habités par une larve de Pycnogonide. On désigne sous le nom d'Andrènes des abeilles solitaires, fouisseuses dont les entomologistes ont décrit un certain nombre d'espèces. J. Pérez montra que plusieurs de ces espèces n'étaient que des modifications individuelles résultant de la présence d'un parasite singulier du genre *Stylops* qui entraînait l'avortement des organes génitaux du sujet parasité. C'est ce que Giard a appelé plus tard la *castration parasitaire*. J. Pérez a apporté sa contribution à l'étude du phylloxéra et à celle des termites, cherchant toujours à rendre utiles ses connaissances entomologiques. Son frère, Bernard Pérez, a publié d'intéressants travaux philosophiques, et son fils, Charles Pérez, naturaliste comme lui, s'est déjà fait un nom parmi les zoologistes par des recherches délicates sur les phénomènes intimes de la métamorphose chez les Insectes.

ASTRONOMIE. — *Sur les photographies de la comète 1913 f Delavan, obtenues à l'Observatoire de Paris (équatorial Henry-Gautier).* Note [1] de M. P. Puiseux.

La comète 1913 *f* Delavan a été photographiée à l'Observatoire de Paris par M. C. Le Morvan le 5 et le 6 septembre, une heure environ avant le lever du Soleil.

Sur les plaques exposées 5 minutes, l'éclat total de la comète semble peu inférieur à celui de l'étoile ι Grande Ourse (gr. 3,3), qui a été enregistrée en même temps. La chevelure, régulièrement sphérique, emplit un cercle de 5′ à 6′ de diamètre. Le prolongement à l'opposé du Soleil est appréciable, mais peu étendu, sans doute en raison de la présence de la Lune, qui brillait de tout son éclat. Deux clichés exposés 30 minutes et 35 minutes ont été fortement voilés.

Les plaques portent un réseau imprimé comme celles qui s'obtiennent au même instrument pour la Carte internationale du Ciel. Chacune montre au moins dix étoiles figurant dans les catalogues de l'*Astronomische Gesellschaft*, exécutés à Bonn et à Cambridge, avec un grand nombre d'étoiles plus faibles. On possède donc les éléments nécessaires pour déterminer deux positions très exactes de la comète.

L'émission de la chevelure semble se faire uniformément par toute la surface du noyau. La force répulsive émanant du Soleil n'est intervenue que dans une très faible mesure.

D'après les astronomes américains (*Lick Observatory Bulletin*, n° 255) le passage de la comète au périhélie doit avoir lieu seulement le 26 octobre. On peut donc s'attendre à voir la queue se développer dans les semaines qui vont suivre.

HYDRODYNAMIQUE. — *Évaluation approximative de la constante μ de filtration, pour un milieu filtrant constitué par des grains sphériques d'un diamètre donné.* Note [2] de M. J. Boussinesq.

I. La théorie de la filtration des liquides, que j'ai exposée dans une Note récente [3], appelle comme complément une évaluation, tout au

[1] Communication faite dans la séance du 14 septembre 1914.

[2] Communication faite dans la séance du 17 août 1914.

[3] *Comptes rendus*, t. 159, 3 août 1914, p. 349.

moins approximative ou quant à l'ordre de grandeur, de la constante μ (de Dupuit) par laquelle il faut diviser la *pente motrice*, pour avoir la vitesse moyenne de filtration, à travers un sable homogène dont les grains sont, par exemple, supposés sphériques et d'un rayon R donné.

Abordons cette question, en y partant de l'hypothèse, assez naturelle (semble-t-il), que l'ordre de grandeur de μ reste le même quand, sans cesser de composer le milieu poreux de sphères solides égales et mutuellement tangentes, on les dispose de manière à y faciliter la construction, entre elles, de *tubes rectilignes de filtration* et le calcul de leurs débits, en n'y accroissant que le moins possible la proportion des vides. Il est clair toutefois que le débit q sera ainsi augmenté, tant par le fait de l'alignement des vides (qui facilitera l'écoulement) que par celui de leur accroissement inévitable.

II. Sous ces rapports, la disposition qui paraît, à première vue, la plus simple et la plus satisfaisante, consiste à diviser, par trois systèmes de droites parallèles (inclinées à 60°), une des surfaces d'égale charge, supposée, par exemple, horizontale, en triangles équilatéraux de côté 2R, y pavant tout le plan, et dont l'un aura trois sommets donnés C, C′, C″; puis, à placer sur la verticale menée par chaque sommet ou point d'intersection, comme C, C′, C″, ..., les centres d'une file de sphères de rayon R tangentes les unes aux autres, la première couche horizontale de ces sphères ayant ses centres en C, C′, C″, ..., sur la surface même considérée d'égale charge, la seconde ayant ses centres à une distance 2R au-dessus ou au-dessous; et ainsi de suite.

Chaque triangle équilatéral, CC′C″ par exemple, sera donc, dans ses trois angles, la projection horizontale de trois files verticales de *coins* ou *onglets* sphériques superposés, valant chacun un sixième de sphère et tangents mutuellement tant aux points qui se projettent sur les milieux A, A′, A″ des trois côtés C′C″, C″C, CC′, qu'aux points mêmes vus en C, C′, C″. Entre ces onglets se trouvera un tube de filtration, dont la *partie vive* (ou prismatique et libre sur toute la hauteur) aura comme section normale, dessinée sur la surface considérée d'égale charge, le triangle curviligne AA′A″, qui a pour côtés les trois arcs A′A″, A″A, AA′, contours apparents de la surface sphérique des trois files d'onglets. Et comme les vitesses d'écoulement dans les angles infiniment aigus A, A′, A″ compris entre les onglets, seraient évidemment très réduites par le frottement des deux parois contiguës, on n'abaissera le débit du tube que dans une proportion modérée, en remplaçant fictivement cette section vive par le

triangle *rectiligne* $tt't''$ qui a ses trois côtés, $t't''$, $t''t$, tt', tangents respectivement aux milieux, B, B′, B″, des trois arcs.

Toutefois, le débit sera diminué sensiblement par le fait de cette substitution, moins peut-être à raison du déchet ainsi accepté sur l'aire de la section vive, que par la réduction qu'éprouveront, à l'intérieur du nouveau contour $tt't''$, les vitesses, qu'on y fera continues *à partir de valeurs nulles sur ce contour.* Mais, d'autre part et en compensation, ce débit se trouvait fort augmenté, par la substitution fictive, à la réelle et stable répartition des grains sablonneux en couches engagées les unes dans les autres, d'une disposition de ces grains en files comprenant entre elles des vides *alignés sans discontinuité dans la direction même de l'écoulement.* Car, d'ordinaire, les sphères de chaque couche se placent dans les creux laissés entre celles de la couche précédente, de manière que les couches empiètent, suivant leur épaisseur, les unes sur les autres, réduisant à moins d'un diamètre 2R l'espacement entre les plans des centres des sphères [1].

---

[1] *Place exigée par chaque sphère dans les modes simples d'arrangement.* — Dans notre mode d'arrangement des sphères par couches parallèles et files *continues* perpendiculaires à ces couches, les centres des sphères forment, suivant le sens $C'C''$ d'un des trois systèmes de droites, des lignes parallèles, dans chacune desquelles l'espacement de deux centres consécutifs est 2R, tandis que l'espacement de deux lignes d'une même couche voisines égale la hauteur, $H = R\sqrt{3}$, du triangle $CC'C''$ et, l'espacement des plans contenant les centres de deux couches consécutives, 2R. On peut dire que ces sphères accaparent *individuellement* (chacune pour son compte exclusif), *autour de leur centre*, un espace *rectangulaire* ayant la longueur 2R, la largeur H et la hauteur 2R, ou la capacité $4R^2H = 4R^3\sqrt{3}$, dont leur volume $\frac{4}{3}\pi R^3$ est la fraction $\frac{\pi}{3\sqrt{3}} = 0{,}6046$. On comptera, en effet, à l'intérieur de toute étendue *de très grandes dimensions*, autant de ces parallélépipèdes qu'il y aura de centres de sphères et, par suite, à très peu près, de sphères mêmes.

Au contraire, dans le mode d'arrangement *stable*, par couches parallèles dont chacune engage ses sphères dans des creux laissés entre trois sphères de la couche précédente, le centre d'une sphère de la seconde couche sera, par exemple, au-dessus du centre O de $CC'C''$, au sommet du tétraèdre régulier ayant pour base ce triangle; et ceux des sphères de la seconde couche tangentes à celle-là se trouveront au-dessus des centres des triangles orientés comme $CC'C''$ et ayant avec lui, en commun, un sommet, mais non un côté (car les trois triangles contigus suivant un côté à $CC'C''$ affectent l'orientation ou disposition *inverse* et auraient leurs milieux occupés par la projection des tronçons de *tubes de filtration* correspondant à la seconde couche); et ainsi de suite. Les centres des sphères de cette seconde couche seront donc encore rangés en alignements parallèles à $C'C''$ et présenteront toujours, dans chaque ligne, l'intervalle 2R

III. Pour l'aire $CC'C'' = R^2\sqrt{3}$ de surface d'égale charge, le débit sera donc censé être celui,

$$kK\sigma^2 = k\frac{\rho g}{\varepsilon}\sigma^2 I = \frac{1}{20\sqrt{3}}\frac{\rho g \sigma^2}{\varepsilon} I,$$

d'un tube prismatique à section $tt't'' = \sigma$ triangulaire équilatérale. En divisant ce débit par $R^2\sqrt{3}$, on aura, comme débit *par unité d'aire* de la surface d'égale charge,

$$(1) \qquad q = \frac{\rho g I}{60\varepsilon}\frac{\sigma^2}{R^2}.$$

Évaluons-y l'aire σ du triangle évidemment équilatéral $tt't''$, dont, par raison de symétrie, le centre de gravité coïncide avec celui, O, du triangle $CC'C''$. La distance OB du point O au milieu B de la base $t't''$ est donc le tiers de sa hauteur h. Or on voit qu'elle constitue la différence entre les deux tiers, OC, de la hauteur $R\sqrt{3}$ du grand triangle $CC'C''$, et le rayon $CB = R$ des grains sablonneux. Il vient donc

$$(2) \qquad \frac{h}{3} = \left(\frac{2}{\sqrt{3}} - 1\right)R;$$

---

entre deux centres, avec l'espacement $H = R\sqrt{3}$ entre deux lignes; mais les plans parallèles contenant les centres des couches ne seront plus qu'à la distance, chacun du suivant, $H' = 2R\sqrt{\frac{2}{3}}$, hauteur du tétraèdre régulier ayant la base $CC'C''$.

Chaque sphère n'exigera donc que la place rectangulaire

$$2RHH' = 4R^3\sqrt{2},$$

dont son volume est la fraction $\frac{\pi}{3\sqrt{2}} = 0,7405$. Le rapport $1 - \frac{\pi}{3\sqrt{2}}$ du vide au volume apparent total sera seulement $0,2595$, au lieu de

$$1 - \frac{\pi}{3\sqrt{3}} = 0,3954$$

dans notre mode par couches parallèles avec files continues, et tandis qu'il s'élève à

$$1 - \frac{\pi}{6} = 0,4764,$$

presque au double, dans le mode le plus régulier, par files rectangulaires suivant les trois dimensions avec espacement uniforme $2R$, cas où chaque sphère prend tout l'espace du cube $8R^3$ qui lui est circonscrit.

d'où

$$\sigma = \frac{h^2}{\sqrt{3}} = R^2\sqrt{3}(2-\sqrt{3})^2 = R^2\sqrt{3}(7-4\sqrt{3}). \tag{2 bis}$$

Et la formule (1) du débit par unité d'aire de la couche filtrante prend la forme

$$q = \frac{97-56\sqrt{3}}{20}\,\frac{\rho g I R^2}{\varepsilon}. \tag{3}$$

IV. Enfin, la vitesse moyenne U de filtration, calculée à la manière de Dupuit, sera le quotient de q par le rapport m du *vide* au volume apparent total, rapport facile à obtenir directement pour chaque triangle comme CC′C″ (¹) et qui est

$$m = 1 - \frac{\pi}{3\sqrt{3}} = 0,3954. \tag{4}$$

Il vient donc

$$U = \frac{97-56\sqrt{3}}{20\left(1-\frac{\pi}{3\sqrt{3}}\right)}\,\frac{\rho g R^2}{\varepsilon} I; \tag{5}$$

et la constante μ de Dupuit, inverse du coefficient cherché de filtration ou du rapport $\frac{U}{I}$, est finalement, en multipliant *haut et bas* par $97+56\sqrt{3}$,

$$\mu = 20\left(1-\frac{\pi}{3\sqrt{3}}\right)(97+56\sqrt{3})\,\frac{\varepsilon}{\rho g}\,\frac{1}{R^2} = \frac{\varepsilon}{\rho g}\,\frac{1534,1}{R^2}. \tag{6}$$

Pour l'eau à la température de 10°C., les expériences de Poiseuille ont donné $\frac{\varepsilon}{\rho g} = 0,0000001336$. Il en résulte, le mètre et la seconde étant toujours les unités,

$$\mu = \frac{0,0002050}{R^2} = \frac{0,00082}{(2R)^2}. \tag{7}$$

Les valeurs extrêmes de μ, 1000 environ et (peut-être) 10000, que paraît indiquer pour le sable l'expérience, correspondent alors aux diamètres $2R = 0^{mm},9$ et $2R = 0^{mm},29$.

Il n'y aurait pas lieu d'être surpris que ces diamètres dussent être, en

(¹) Voir aussi la note précédente, p. 521-522.

réalité, un peu augmentés pour procurer les débits admis; car nous avons remarqué déjà que la disposition régulière supposée des grains, en alignant les vides dans le sens du courant, accroît inévitablement le débit dans une proportion notable ou équivaut, pour un débit donné, à prendre des grains moins gros.

V. Cependant la réduction compensatrice que nous avons effectuée, sur la section vive des tubes de filtration, a bien pu, aussi, être suffisante pour rectifier à peu près les résultats.

Dupuit, au Chapitre VIII, concernant justement la filtration, de ses *Études théoriques et pratiques sur le mouvement des eaux dans les canaux découverts et à travers les terrains perméables* (2e édition, Paris, 1863), cite en premier lieu (p. 232) les expériences de Darcy sur un sable grossier, surtout peu homogène, où l'observation avait donné : d'une part, $m = 0,38$, ce qui revient sensiblement à la valeur admise ici, 0,3954; et, d'autre part,

$$q = (0,0003)\mathrm{I}.$$

Or, pour définir, quant à la grosseur ou à la finesse des grains, la composition de ce sable, Darcy constata que, passé successivement à travers trois cribles dont les orifices avaient les diamètres respectifs

$$0^{\mathrm{mm}},77, \qquad 1^{\mathrm{mm}},10, \qquad 2^{\mathrm{mm}},$$

il les traversait dans les proportions suivantes,

$$0,58, \qquad 0,13, \qquad 0,12,$$

dont la somme est les 0,83 de la masse totale, et que le reste (0,17) consistait en menu gravier.

Dans ces conditions, il semble que le gravier devait se comporter, par rapport au sable qui constituait la matière vraiment filtrante, comme un ensemble d'obstacles ou de parois ayant pour effet de réduire, des 0,17 environ, la section utile du milieu ou l'aire des surfaces d'égale charge, les 0,83 de celles-ci qui restaient employés par la filtration étant alors censés occupés par des grains sablonneux d'un diamètre à peu près moyen entre ceux des trois variétés de sable.

Admettons, faute de données précises, que chaque variété eût, en moyenne, un diamètre inférieur de $0^{\mathrm{mm}},12$ à celui des trois indiqués ci-dessus qui était le moins grand la laissant passer. Le sable, fictivement

ramené ainsi à l'homogénéité, aurait donc eu le diamètre moyen

$$\frac{0^{mm},65 \times 58 + 0^{mm},98 \times 13 + 1^{mm},88 \times 12}{83} = 0^{mm},88.$$

Alors la formule (7) ci-dessus donne pour μ, $\frac{820}{(0,88)^2} = 1059$.

D'ailleurs, m étant 0,38 et, la fraction *utilisée* des surfaces d'égale charge, 0,83, il viendra, comme débit théorique par unité d'aire (brute) de la couche sablonneuse,

$$q = (0,83)\,\frac{m}{\mu}\,\mathrm{I} = 0,83\,\frac{0,38}{1059}\,\mathrm{I} = (0,0002979)\,\mathrm{I},$$

ou, à très peu près, la valeur constatée (0,0003)I.

Dupuit prend ensuite (p. 233) un autre exemple, savoir, les couches de sable fin et plus homogène habituellument employées comme filtres, et pour lesquelles il emprunte à l'observation, d'une part, la valeur $m = 0,30$, assez peu supérieure à celle (0,2595) obtenue dans une Note ci-dessus pour un ensemble de sphères égales le mieux tassées possible; d'autre part, des débits par unité d'aire qui le conduisent à poser $\mu = 5760$. Or, alors, notre formule (7) donne comme diamètre 2R des grains, en y prenant pour unité le millimètre,

$$2\mathrm{R} = \sqrt{\frac{820}{5760}} = 0,3773,$$

ou environ $0^{mm},38$, valeur qui n'a rien d'invraisemblable quand il s'agit de sable fin.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Delavan, faites à l'Observatoire de Marseille au chercheur de comètes.* Note de M. **Coggia**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1914.	Temps moyen de Marseille.	ΔR.	ΔD.	Nombre de comp.	R apparente.	Log. fact. parall.	D apparente.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Sept. 14.	7.24. 9	+2.32,37	+18. 3,0	9: 6	9.52.41,55	$+\bar{1},666$	40. 4.55,0	$-\bar{1},545$	1
» 15.	7.46.59	−4.24,85	+ 4.59,3	15:10	10. 0.27,12	$+\bar{1},625$	40. 9.18,0	$-\bar{1},043$	2
» 15.	13.11.37	−3.57,39	+ 4. 3,0	12: 8	10. 2.15,59	$-\bar{1},643$	40.10.34,6	$-\bar{1},309$	3
» 17.	14. 7.12	−0.47,53	− 1.55,6	15: 6	10.17.49,48	$-\bar{1},717$	40.26.17,2	$-\bar{1},997$	4
» 18.	7.29.34	+0.35,30	− 2.10,5	15: 5	10.23.23,12	$-\bar{1},679$	40.33.54,0	$-\bar{1},741$	5

Positions des étoiles de comparaison pour 1914,0.

★.	Gr.	Æ moyenne, 1914,0.	Réduction au jour.	ℒ moyenne, 1914,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1......	5,5	9.50. 7,10	+2,08	39.46.41,8	+10,2	3511 Cambridge U.S.
2......	7,2	10. 4.49,91	+2,06	40. 4. 8,1	+10,6	3577 » »
3......	6,7	10. 6.10,90	+2,08	40. 6.21,0	+10,6	3582 » »
4......	8,3	10.18.35,00	+2,01	40.28. 1,6	+11,2	3626 » »
5......	7,0	10.22.45,82	+2,00	40.35.53,0	+11,5	7638 A.G. Bonn.

La comète est visible à l'œil nu avec une queue de 1° environ.

Dans l'instrument, elle présente un noyau rond de 5e gr. avec chevelure et queue.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse de Soleil du* 21 *août* 1914, *faite à l'Observatoire de Lyon.* Note de MM. **Luizet** et **Guillaume**, présentée par M. B. Baillaud.

L'éclipse a été observée dans d'assez bonnes conditions atmosphériques, malgré que des nuages aient parfois gêné, puis arrêté pendant près de 1 heure, les mesures au voisinage de la phase centrale.

A l'équatorial coudé (0^m,32 d'ouverture), diaphragmé à 0^m,16, M. Luizet a observé directement avec un grossissement de 365. Il a noté les instants des contacts et fait, avec l'assistance de M. Bernard, 139 mesures d'angle de position de la corde commune aux deux astres : 66 dans la première phase de l'ellipse et 73 dans la dernière.

L'image du Soleil était assez bonne au commencement de l'éclipse; elle était, au contraire, très agitée à la fin.

On a observé, en temps moyen de Lyon :

Commencement..........	$11^h 32^m 28^s$, dans l'angle au pôle 331°, 3
Fin.....................	$13^h 54^m 30^s$, dans l'angle au pôle 103°, 6

A l'équatorial Brünner (0^m,16 d'ouverture), M. Guillaume a observé à pleine ouverture et par projection, avec un grossissement de 100 pour les contacts. Le commencement de l'éclipse a été vu à $11^h 32^m 37^s$, avec un retard estimé de 2^s au moins, et la fin observée à $1^h 54^m 19^s$, trop tôt de peut-être 1^s, le limbe solaire était alors très ondulant. On adopte, en temps moyen de Lyon :

Commencement..................	$11^h 32^m 35^s$
Fin..............................	$13^h 54^m 19^s$

Il a été obtenu, en outre, avec l'assistance de M. Cuminal, 115 mesures de l'angle de position de la flèche et 112 mesures de la corde commune aux deux astres; ces mesures ont été faites avec le grossissement de 100 au début et à la fin, et entre temps avec celui de 50 fois sur une image solaire projetée de $0^m,20$ de diamètre.

Une belle tache nucléaire, à 18° de latitude boréale et qui a traversé le méridien central le 19, était visible à l'œil nu, et a été occultée par la Lune :

Temps moyen de Lyon.	
h m s	
11.58.49,8	contact avec la pénombre;
11.59.38	apparition du phénomène de la *goutte noire*, entre la Lune et le noyau; celui-ci pas aussi noir que la Lune;
11.59.43,6	contact géométrique avec l'ombre;
12. 1.29,3	le noyau disparaît;
....	(l'extrême agitation de l'image télescopique, produite par l'arrivée de nuages, a empêché de noter le deuxième contact avec la pénombre);
12. 2.59,0	immersion de la petite tache au sud-est de la grande.

Des nuages opaques ont empêché d'observer la réapparition des taches.

La comparaison des contacts avec la prédiction calculée par M. Merlin donne :

	Calculé.	Angle au pôle.	O. — C. L.	O. — C. G.
	h m	°	s	s
Commencement...........	11.32,8	331	—20	—13
Fin	13.54,8	103	—18	—29

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Un problème relatif aux ensembles abstraits.* Note (¹) de M. D. **Pompeiu**, présentée par M. Appell.

Dans la théorie des ensembles, les résultats qu'on obtient sont d'autant plus étendus qu'on traite des ensembles plus généraux. Et, pour obtenir la plus grande généralité possible, il est naturel de chercher des résultats relatifs aux ensembles *abstraits*, c'est-à-dire dont on ne spécifie pas la nature des éléments.

1. Considérons donc un ensemble abstrait (E) pour lequel je suppose

(¹) Présentée dans la séance du 7 septembre 1914.

qu'on sait définir *l'écart* d'un couple quelconque d'éléments [1] :

A tout couple d'éléments A, B, pris dans (E), correspond un nombre positif que je désignerai par (A, B) ou (B, A) et tel que : 1° (A, B) ne soit nul que si A et B ne sont pas distincts; 2° pour trois éléments quelconques A, B, C, pris dans (E), on a toujours

$$(A, B) \leqq (A, C) + (C, B). \tag{1}$$

Soit maintenant (G) un ensemble *extrémal* pris dans (E). Un ensemble abstrait extrémal est l'analogue de l'ensemble ponctuel : *borné* et *fermé*. Je suppose que (G) n'est qu'une partie seulement de (E); il y a donc des éléments de (E) qui n'appartiennent pas à (G) : soit P un de ces éléments.

Considérons l'écart

$$\eta = (P, Q),$$

Q étant un élément quelconque appartenant à (G). Le nombre η est une fonction *continue* sur l'ensemble (G) et comme cet ensemble est, par hypothèse, *extrémal*, la fonction η atteint, en au moins un élément Q_0, de (G), sa limite inférieure.

Dans quelles conditions cet élément Q_0 est-il unique ? Voilà le problème que j'avais en vue.

2. Je ne donnerai pas la solution générale de ce problème, mais je vais faire voir qu'avec deux hypothèses, assez souvent vérifiées dans les applications, on est assuré de l'unicité de Q_0. Supposons donc que pour l'ensemble (G) soient vérifiées les deux propriétés suivantes :

1° Q_1 et Q_2 étant deux éléments quelconques, pris dans (G), et ξ étant leur écart; à toute décomposition

$$\xi = \xi_1 + \xi_2 \tag{2}$$

(où ξ_1 et ξ_2 sont deux nombres positifs) correspond au moins un élément Q', de (G), tel que

$$(Q_1, Q') = \xi_1 \qquad (Q_2, Q') = \xi_2,$$

de façon que, pour les trois éléments Q_1, Q', Q_2, on ait la relation-*limite* d'égalité

$$(Q_1, Q_2) = (Q_1, Q') + (Q_2, Q')$$

que l'on comparera avec la relation d'inégalité (1).

---

[1] Pour tout ce qui concerne les fondements de la théorie des ensembles abstraits et de la terminologie, je renvoie aux remarquables travaux de M. Fréchet, devenus classiques (*Rendiconti di Palermo*, t. XXII et XXX).

2° P étant un élément quelconque dans (E), l'écart

$$\eta' = (P, Q'),$$

où P reste le même et Q' change, est une fonction définie sur l'ensemble formé par les éléments Q'. Nous supposons que cette fonction n'est *maximum* en aucun élément Q'.

Cette hypothèse suffit, d'ailleurs, à établir qu'à une décomposition (2) donnée ne correspond qu'un seul élément Q'.

Mais, si à toute décomposition (2) correspond un seul élément Q', alors chaque élément Q' correspond à un nombre réel ξ' de l'intervalle $(0, \xi)$, ici ξ étant l'écart (Q_1, Q_2), les points extrêmes de l'intervalle 0 et ξ correspondant respectivement à Q_1 et Q_2. Grâce à cette correspondance le nombre η' devient une fonction *ordinaire* de la variable ξ' dans l'intervalle

$$(3) \qquad 0 \leqq \xi' \leqq \xi$$

et la condition 2° revient à supposer que cette fonction n'est maximum en aucun point de l'intervalle (3).

Avec les hypothèses 1° et 2° on démontre le théorème suivant :

Si

$$(P, Q_1) = (P, Q_2),$$

P *appartenant à* (E), *et* Q_1 *et* Q_2 *appartenant à* (G), *on a*

$$(P, Q') < (P, Q_1) = (P, Q_2),$$

Q' *appartenant à* (G) *et vérifiant la condition* 1°.

Ce théorème, ou mieux ce lemme, suffit pour établir l'unicité de l'élément Q_0 pour lequel l'écart (P, Q) atteint son minimum (voir au n° 1).

3. Ce résultat général, unicité de Q_0, obtenu avec les hypothèses 1° et 2°, comporte de nombreuses et importantes applications, d'après la manière dont on particularise (E).

J'insisterai seulement sur l'application qu'on peut faire au problème de l'approximation des fonctions analytiques les unes par les autres.

Supposons que (E) soit l'ensemble des fonctions $f(z)$, holomorphes dans une même région et (G) l'ensemble des polynomes $\Pi(z)$ d'un degré donné :

On obtient le théorème de Tchébycheff, d'après lequel, pour toute fonction donnée (holomorphe dans une région et continue sur la frontière), il existe un polynome de degré donné, et un seul, donnant la meilleure

approximation possible. Mais on peut prendre pour (G), au lieu d'un ensemble de polynomes, d'autres classes de fonctions holomorphes; on obtient alors des théorèmes nouveaux, analogues à celui de Tchébycheff, mais dont la démonstration ne pourrait pas être faite avec la méthode classique (Leonida Tonelli, *I polinomi d'approssimazione di Tchebychev*) particulière au théorème de Tchébycheff.

Je développerai, dans un Mémoire étendu, toutes ces applications à la théorie des fonctions analytiques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la pluralité des amyloses.* Note [1] de M. Ch. Tanret, présentée par M. L. Maquenne.

On sait que, lorsqu'on chauffe peu à peu de l'amidon avec de l'eau, il arrive un moment où le mélange s'épaissit et se transforme en empois; on a remarqué en outre que cette gélification est progressive et se produit à des températures variables avec chaque espèce d'amidon. On a même noté celles où elle commence et celles où elle s'achève; c'est ainsi qu'on a donné 64°-65° pour la fécule (Guérin Varry), 75° pour le maïs, 71°-80° pour le blé, 80° pour le riz et l'orge (Lintner). Mais pourquoi l'osmose se produit-elle dans le grain d'amidon à une température précise pour chaque espèce, au point de le gonfler, de le faire éclater et de le changer en empois? N'y aurait-il pas quelque relation entre la gélification d'un amidon et la dissolution de son amylose?

Pour le savoir j'ai chauffé progressivement, de 35° à 90°, au bain-marie, dans des flacons bouchés munis d'un thermomètre, 1^g de chacun de mes amidons, supposés anhydres, avec 200^g d'eau distillée. A des intervalles rapprochés on maintenait la température constante pendant 10 minutes, en agitant, puis on faisait un prélèvement de liquide. Après celui de 90° on portait quelques instants à l'ébullition et, le lendemain, on examinait ces différents échantillons, éclaircis par le repos.

Dans tous ceux qui n'avaient été chauffés qu'à 90° ou au-dessous, la liqueur surnageante était limpide, tandis que dans ceux qui avaient bouilli elle était opalescente, mais s'éclaircissait par la chaleur. Dans tous j'ai dosé l'amylose colorimétriquement par l'iode en prenant comme terme de comparaison la quantité d'amylose, supposée égale à 100, que contenait la liqueur portée à 100°.

[1] Présentée dans la séance du 31 août 1914.

Ces dosages colorimétriques demandent quelques précautions, parce que les prélèvements d'un même amidon ne donnent pas toujours exactement la même teinte avec l'iode : les uns contenant plus que d'autres de l'amylopectine, qui rend le bleu moins pur. J'ai donc cherché, par tâtonnements, combien il fallait ajouter d'une solution d'amylopectine, préparée d'avance, à la liqueur qui en contenait le moins pour avoir l'identité de nuances; puis, celle-ci obtenue, il ne restait plus qu'à mesurer l'intensité de la coloration, ce qui ne présente aucune difficulté. Les dépôts ont été examinés au microscope.

Le Tableau ci-après résume toutes les observations que j'ai pu faire ainsi sur seize espèces différentes d'amidons.

Proportions centésimales absolues et relatives d'amylose dissoute par l'eau à différentes températures dans diverses variétés d'amidons supposés secs.

Nature des amidons.		45°.	50°.	55°.	60°.	65°.	70°.	75°.	80°.	85°.	90°.	100°.
Avoine	abs.	»	»	0,14	0,75	0,87	0,94	1,56	2,85	5,70	28,5	28,5 (1)
	rel.	»	»	0,5	2,7	3,1	3,3	5,5	10	20	100	100
Banane	abs.	»	»	traces	0,82	1,64	4,92	8,2	12,3	12,9	16,8	20,5
	rel.	»	»	»	4	8	24	40	60	63	82	100
Blé	abs.	»	0,32	1,62	2,92	3,25	3,92	5,20	7,15	13,97	26	32,5 (1)
	rel.	»	1	5	9	10	12	16	22	43	80	100
Châtaigne	abs.	0,82	1,88	5,61	11,88	14,19	16,5	17,49	18,48	25,8	33	33
	rel.	2,5	5,7	17	36	43	50	53	56	76	100	100
Fèves (grosses)	abs.	»	1,45	7	11,2	15,1	»	22,4	28	28	28	28
	rel.	»	5	25	40	54	»	80	100	100	100	100
Fèves (petites)	abs.	»	traces	3,84	7,92	»	18,5	19,9	21,6	21,6	21,6	24
	rel.	»	»	16	33	»	77	83	90	90	90	100
Haricots	abs.	0,12	0,39	4,9	7,6	10,8	12,25	15,2	18,86	20,1	24,5	24,5
	rel.	0,5	1,6	20	31	44	50	62	77	82	100	100
Lentilles	abs.	traces	1,8	3,97	5,56	11,9	15,37	18,2	19,4	22,8	26,5	26,5
	rel.	»	7	15	21	45	58	68	73	86	100	100
Maïs	abs.	»	»	traces	1,8	3,6	6,6	8,7	12	15	24	30 (1)
	rel.	»	»	»	6	12	22	29	40	50	80	100
Orge	abs.	»	0,4	1,3	1,3	1,3	2,6	3,2	6,7	8,1	13,5	27 (1)
	rel.	»	1,6	5	5	5	10	12	25	30	50	100
Pois	abs.	»	0,5 (2)	3,1	4	4,5	11,4	»	18,5	20,6	21,5	21,5
	rel.	»	2,4	14,6	19	21	53	»	86	96	100	100
Pommes	abs.	1,4	4	12	13,7	15,6	16,8	17,5	19,7	21,6	24	24
	rel.	6	16,6	50	57	65	70	73	82	90	100	100
Riz	abs.	»	»	traces	0,8	2,4	5,2	7,6	»	14,5	24,4	31,5 (1)
	rel.	»	»	»	1,4	7,7	16,6	24	»	46	80	100
Sarrasin	abs.	»	»	traces	0,8	1,4	2,8	3,2	4,3	6,7	21,5	21,5
	rel.	»	»	»	3,7	6,6	13	15	20	36	100	100
Seigle	abs.	»	»	0,7	2,15	1,8	4,3	6,45	8,6	10,8	21,5	21,5 (1)
	rel.	»	»	3,3	10	13	20	30	40	50	100	100
Fécule (15 min.)	abs.	»	0,7	2	4,4	8,9	9,7	13,2	13,5	15,6	21,9	27
	rel.	»	2,5	7,6	16,5	33	36	49	50	58	81	100

(1) La liqueur devient opalescente en refroidissant.

(2) Dans cette expérience, la température a monté jusqu'à 53°.

On voit que, pour tous les amidons expérimentés, l'eau, à une même température, dissout des quantités fort différentes d'amylose. De plus, si, pour un même amidon, on dresse la courbe de solubilité de son amylose aux diverses températures, celle-ci apparaît assez irrégulière et offre des paliers assez nets pour faire croire soit à un mélange d'amyloses homologues de solubilités différentes, soit à différents états de condensation d'un même principe, suivant les idées déjà émises à ce sujet par MM. Maquenne et Roux.

Dans tous les cas, les expériences que je viens de rapporter, et qui toutes sont relatives à des températures au plus égales à 100°, donnent une nouvelle preuve indiscutable de la pluralité des amyloses, que les mêmes auteurs avaient admise comme conséquence de leurs recherches sur la solubilité de l'amidon artificiel dans l'eau bouillante ou surchauffée.

A 17 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 17 heures et quart.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 OCTOBRE 1914.

PRÉSIDENCE DE M. P. APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur le passage de Mercure devant le Soleil, le 7 novembre* 1914. Note de M. G. Bigourdan.

Les passages de Mercure devant le Soleil présentent beaucoup d'intérêt, à la fois au point de vue de la constitution physique de la planète et de la théorie de son mouvement. Ils sont d'ailleurs assez rares, à peu près 12 par siècle; le dernier s'est produit en 1907.

Un de ces passages aura lieu le 7 novembre prochain et ne sera observable d'une manière complète qu'en Europe et en Afrique. A Paris, il doit commencer à $9^h 57^m$ et finir à $14^h 9^m$ (temps légal).

Ces phénomènes se sont montrés jusqu'ici accompagnés d'apparences variées, que nous avons eu l'occasion de rappeler autrefois [1] et dont les causes ne sont pas toujours bien connues; il est donc important d'observer le prochain passage en s'entourant de beaucoup de précautions, dont nous rappellerons les principales :

Préférer l'observation directe à l'observation par projection : celle-ci est plus facile parce qu'on a une vue générale du Soleil, mais on perd les détails les plus délicats, du moins au point de vue géométrique : Le Verrier l'a montré depuis longtemps.

Un excellent moyen d'affaiblir la lumière du Soleil, c'est de recouvrir la face extérieure de l'objectif employé d'une demi-argenture déposée chimi-

---

[1] *Comptes rendus*, t. 145, 1907, p. 609-613 et 647-654.

quement; mais, si le ciel est nuageux, on peut ainsi tout compromettre. Un moyen pratique est l'emploi de verres noirs gradués et compensés.

On laissera à l'objectif la plus grande ouverture possible, mais sans s'exposer à voir le verre gradué cassé par la chaleur concentrée au foyer. Tout en donnant la préférence aux lunettes assez puissantes, on ne négligera pas les résultats fournis par les moyennes ou même par les petites.

Employer concurremment les réfracteurs et les réflecteurs.

Faire usage de diaphragmes bien noircis et placés le plus possible en avant de tout le système optique.

Suppression momentanée des pièces fixes qui servent d'ordinaire à l'éclairage du champ et qui, placées sur le trajet des rayons lumineux utiles ou dans le voisinage, pourraient donner des réflexions nuisibles.

Si l'instrument peut prendre deux positions successives à droite et à gauche de son pied, on l'utilisera alternativement dans ces deux positions, ce qui aura généralement l'avantage de tourner tout le système de 180°.

Toute apparence tant soit peu anormale sera étudiée en variant la position de la lunette, en changeant d'oculaire, de verre noir, etc.

Ces précautions sont plus particulièrement à recommander pour l'étude des auréoles, qui peuvent donnér certaines notions sur l'atmosphère de la planète.

HYDRODYNAMIQUE. — *Complément à une Note récente* (¹) *sur le coefficient de filtration des sables à grains plus ou moins fins; calcul du coefficient, sur des bases plus larges que dans cette Note, pour le sable hétérogène expérimenté par Darcy.* Note (²) de M. J. BOUSSINESQ.

I. Au n° X (p. 524) de la Note citée, la donnée $0^{mm},12$, exprimant, dans chacune des trois variétés de sable déterminées par leur passage à travers les divers cribles, l'excédent moyen *supposé* du diamètre des orifices du crible correspondant sur celui des grains, a été visiblement choisie de manière à faire concorder la théorie avec l'expérience; et cette donnée, bien que n'ayant rien de contradictoire ou d'impossible, est, jusqu'à un certain point, arbitraire et dépourvue de probabilité. Il y aura donc lieu de la remplacer par toute autre qui semblerait plus vraisemblable.

Or, voici une manière assez plausible de l'éviter.

(¹) Ce Volume, p. 519.

(²) Communication faite dans la séance du 28 septembre 1914.

II. Observons que, par unité de pente motrice I, la vitesse moyenne de filtration à travers un sable homogène est l'inverse $\frac{1}{\mu}$, proportionnel, d'après la formule (7) de la Note, à $(2R)^2$. Il est, dès lors, naturel de faire ici, dans l'évaluation de la vitesse moyenne générale U à travers notre sable hétérogène, entrer ou figurer les grains de chaque grosseur, en proportion non seulement de leur abondance, c'est-à-dire de leur poids relatif dans le milieu, mais aussi du carré de leur diamètre 2R. Quant au mode de répartition des grains suivant leur grosseur, dans chacune des trois variétés, et à la valeur qui en résulte pour le carré moyen du diamètre, l'hypothèse la plus simple à adopter sera que ce carré moyen y soit approximativement la moyenne arithmétique des carrés des deux diamètres extrêmes propres à la variété considérée.

Si donc R_0 désigne le rayon des grains les plus petits qui se trouvent (en poids sensible ou assez notable) dans le milieu, nous aurons, comme carrés moyens approchés des diamètres chez les trois variétés respectives, en prenant le millimètre pour unité *dans la mesure de ces diamètres*,

$$\frac{(2R_0)^2+0,77^2}{2},\qquad \frac{0,77^2+1,1^2}{2},\qquad \frac{1,1^2+2^2}{2}.$$

La formule (7) de la Note, propre à un sable homogène, s'écrira dès lors

$$(\alpha)\qquad \frac{1}{\mu}=\frac{(2R)^2}{820};$$

et il viendra (en mètres) pour notre sable hétérogène, comme valeur définitive ou moyenne générale de la vitesse de filtration par unité de pente motrice,

$$(\beta)\qquad \frac{1}{\mu}=\frac{1}{820}\left[\frac{58}{83}\left(2R_0^2+\frac{0,77^2}{2}\right)+\frac{13}{83}\frac{0,77^2+1,1^2}{2}+\frac{12}{83}\frac{1,1^2+2^2}{2}\right]$$

$$=\frac{1}{820}\frac{1}{166}(0,77^2\times 71+1,1^2\times 25+2^2\times 12+232R_0^2)$$

$$=\frac{1}{820}(0,7250+1,398R_0^2)=(0,0008841)(1+1,928R_0^2).$$

Enfin, le débit q par unité d'aire (brute) d'une surface d'égale charge, calculé comme dans la Note citée, sera

$$(\gamma)\quad q=(0,83)(0,38)(0,0008841)(1+1,928R_0^2)I=(0,0002789)(1+1,928R_0^2)I.$$

III. Estimons *au sentiment*, en raison de sa faible importance, le dia-

mètre minimum $2R_0$ à introduire ici, et qui doit être celui des grains d'un poids assez notable de sable : prenons-le la moitié environ du diamètre maximum 0,77 de la première variété (ce qui y réduit, en volume, les petits grains au huitième seulement des gros et ce qui paraît, aussi, être le diamètre ordinaire des grains d'un sable fin); ou faisons simplement $R_0 = 0,2$. La formule (γ) sera donc

$$q = (0,0002789)(1,07712)\,I = (0,0003004)\,I,$$

valeur revenant bien à celle de l'observation 0,00031.

Le quatrième membre de la formule (β), comparé au second membre de (α), montre que le sable expérimenté équivaut, pour la vitesse moyenne de filtration, à un sable homogène où le diamètre uniforme des grains serait

$$(\delta) \qquad 2R = \sqrt{0,7250 + 1,398R_0^2} = (0,8515)\sqrt{1 + 1,928R_0^2}$$
$$= (\text{environ})(0,8515)(1 + 0,964R_0^2),$$

ou, en faisant $R_0 = 0,2$,

$$2R = (0,8515)(1,038) = 0,884.$$

C'est bien la valeur moyenne $0^{mm},88$ obtenue dans la Note citée.

MÉDECINE ET CHIRURGIE. — *Hôpital auxiliaire de l'Institut n° 265.* Note [1] de M. L. LANDOUZY.

Je viens rendre compte à l'Académie des Sciences de l'installation et du fonctionnement de l'ambulance que l'Institut a offerte à la Croix-Rouge française (Association des Dames françaises; Présidente : Mme Carnot) dans l'hôtel-bibliothèque Thiers, 27, place Saint-Georges.

J'avais été, par la septième Direction (Service de Santé de l'Armée), chargé de visiter les locaux que l'Institut mettait à la disposition du Ministère de la Guerre. La proposition fut, après examen, acceptée avec empressement, et la Commission administrative de l'Institut ayant donné pleins pouvoirs d'installation à nos confrères Hanotaux et Frédéric Masson, de l'Académie française, Bernier et Widor, de l'Académie des Beaux-Arts, dès le 15 septembre, l'organisation, très ingénieusement conduite, se trouva (sous le vocable Hôpital auxiliaire n° 265) prête à recevoir 40 lits

[1] Communication faite dans la séance du 28 septembre 1914.

de blessés largement installés au rez-de-chaussée et au premier étage du bel hôtel Thiers, dont les façades donnent, d'une part, sur la place Saint-Georges, d'autre part, sur le vaste jardin dont les convalescents auront la jouissance.

Grandes et petites salles de blessés, salle d'isolement, salle de bain, salle d'opération, salle de stérilisation, service de désinfection, rien ne manque à l'Hôpital auxiliaire n° 265. Le chirurgien est mon collègue de la Faculté de Médecine, le Dr Auguste Broca, professeur de médecine opératoire, et le médecin, mon confrère de l'Académie de Médecine, le Dr Émile Troisier; ceci dit pour faire connaître à l'Institut en quelles mains sont remis ses pensionnaires. La Commission administrative de l'Institut a décidé que les Membres de la Section de Médecine et de Chirurgie et leurs confrères Léon Labbé et L. Landouzy, de l'Académie des Sciences, assureraient la surveillance sanitaire de son Hôpital auxiliaire.

C'est dans ces conditions que, le 21 septembre dernier, l'ambulance recevait douze blessés, dont onze très graves, appartenant à toutes armes, la plupart natifs de diverses provinces de France, quelques-uns d'Afrique.

De grandes interventions opératoires immédiates furent pratiquées, entre autres sur deux soldats d'infanterie blessés, six jours auparavant, dans les affaires de la Marne.

Deux décès se sont produits les 23 et 25 septembre : l'un, en dépit d'une amputation du membre inférieur faite immédiatement, pour une gangrène gazeuse du pied et de la jambe; le second décès, suite d'accidents tétaniques hantés sur de vastes plaies gangréneuses occupant les mollets, toutes blessures par schrapnell, les premiers pansements n'ayant pu être faits, sur le champ de bataille, 48 heures seulement après le traumatisme.

Sur la tombe de ces deux enfants morts pour le pays, notre éminent confrère Frédéric Masson a prononcé des paroles que nul d'entre nous n'a pu lire sans la plus poignante émotion.

Les dix autres blessés sont en voie de guérison (y compris celui d'entre eux qui est atteint d'une fracture très grave de la cuisse); leur moral est excellent, leur confiance absolue, leur état général ne paraît pas avoir trop souffert des fatigues énormes supportées durant la série de combats livrés sur la Marne, sans trêve ni repos, pendant toute une semaine.

J'ai dit que les décès survenus à notre hôpital auxiliaire étaient conséquences des deux, parmi les plus graves, les plus fréquentes et les plus terribles, complications observées depuis le début des hostilités : la gangrène gazeuse et le tétanos.

Celui-ci, comme celle-là, conséquences des blessures par schrapnell bien plus redoutables que les plaies faites par les balles des fusils et des mitrailleuses. Ces dernières blessures, d'ordinaire aseptiques, sans ricocher, frappent le soldat, passant droit au travers des vêtements et des parties molles, trouant plus que déchirant celles-ci et ceux-là.

Je répète que les balles de fusils et de mitrailleuses, étant le plus souvent aseptiques, comportent relativement peu de gravité et exposent moins aux accidents de gangrène septique gazeuse, comme aux accidents tétaniques.

Il en est autrement des éclats d'obus et des balles de schrapnell. Les premiers et les secondes pénètrent souvent après avoir labouré le sol et s'être chargés de terre septique et tétanigène, entraînant souvent dans les tissus dilacérés des débris septiques de vêtements déchirés ; ou bien encore, faisant d'énormes plaies soit contuses, profondes et anfractueuses, soit béantes, mises en contact, tantôt avec le sol, tantôt avec tuniques et pantalons déchirés, pleins de poussière et de boue; tantôt encore mises en contact avec les lits de paille sur lesquels, dans les ambulances de fortune, s'étendent les blessés.

D'autant que (comme vous le dira mon confrère le *médecin* inspecteur général Delorme) les conditions inouïes dans lesquelles s'engage la campagne actuelle, faite non de batailles rangées, mais de combats d'artillerie et d'attaques de tranchées poursuivis, sans trêve, de jour et de nuit, pendant des semaines entières; s'opposent, en dépit de tous les dévouements, à la relève des blessés; rendant difficiles, lents et retardés, leur pansement sur l'avant, aussi bien que leur évacuation sur l'arrière.

Les éclats d'obus, souvent chargés de terre tétanigène, expliquent la fréquence des accidents tétaniques observés un peu partout où furent évacués les blessés, les blessés allemands comme les blessés alliés. Nombreux sont les cas de tétanos, presque tous sinon tous mortels, vus dans le Nord, vus à Paris, à Versailles, à Bordeaux, à Clermont, à Néris, en Bretagne, en Champagne, etc. Cela, parce que les conditions du combat s'opposent à ce que les blessés, aux plaies souillées de terre, non ramenés à temps en arrière de la ligne de feu, soient lavés à l'eau oxygénée et reçoivent une injection de sérum antitétanique doué, comme on sait, d'autant d'efficacité préventive, que d'aussi peu de vertus curatives.

Voilà comme notre Chirurgie d'armée se heurte à des impossibilités d'action non imputables à l'insuffisance de ses moyens, mais dont nous devons rendre responsables les conditions imposées par la tactique et par la balistique modernes, toutes autres que celles que nous avons connues

en 1870. L'une et l'autre s'emploient à multiplier effroyablement, dans le temps et dans la forme, les blessures contre lesquelles ne peuvent guère prévaloir ni l'asepsie, ni l'antisepsie pratiquées par les chirurgiens les plus actifs et les plus prévoyants, l'asepsie et l'antisepsie des plaies étant, comme on sait, fonctions de la rapidité avec laquelle on les réalise. Nous n'ignorons pas que, en matière de sérothérapie antitétanique, purement préventive, chaque heure perdue pour l'injection est une heure gagnée pour l'intoxication tétanique, si prompte à diffuser au travers du système nerveux, que nous venons de voir maints des blessés enlevés 12, 18 et 24 heures après l'apparition du trismus, premier symptôme du tétanos.

PARASITOLOGIE. — *Infections expérimentales de la souris par la* Leishmania tropica. Note de M. A. LAVERAN.

J'ai montré, en 1912, que la *Leishmania infantum* pouvait produire chez la souris des infections générales bien caractérisées par la présence des *Leishmania* dans la rate hypertrophiée, dans le foie et dans la moelle osseuse des animaux en expérience [1]; le fait a été vérifié depuis lors pour la *Leishmania Donovani*, agent du kala-azar indien, comme pour la *Leishmania infantum*, agent du kala-azar méditerranéen.

Il était intéressant de rechercher si la *Leishmania tropica*, agent du bouton d'Orient, qui, au point de vue morphologique, ne peut pas être distinguée des *Leishmania infantum* et *Leishmania Donovani*, avait chez les souris une action pathogène comparable à celle de ces derniers parasites.

Gonder a réussi à infecter des souris en leur inoculant, dans les veines ou dans le péritoine, des cultures de la *Leishmania tropica* (virus de l'Institut Pasteur de Tunis). Il a obtenu des infections généralisées avec *Leishmania* souvent en grand nombre dans la rate et dans le foie; plusieurs souris ont présenté des œdèmes ou des gangrènes siégeant d'ordinaire à la queue, aux pattes ou aux oreilles [2].

Row a observé une leishmaniose généralisée, sans accidents cutanés, chez une souris qui avait été inoculée dans le péritoine avec des cultures du bouton de Delhi [3].

---

(1) A. LAVERAN, *Comptes rendus*, 26 février 1912, et *Société de Pathologie exotique*, 13 novembre 1912.

(2) R. GONDER, *Arch. f. Schiffs u. Tropen Hygiene*, t. XVII, 1913, p. 397.

(3) R. ROW, *Société de Pathologie exotique*, 8 avril 1914.

J'ai institué depuis plusieurs mois des expériences dans le but de contrôler les résultats obtenus par Gonder et par Row; je me suis servi d'un virus que M. le Dr Nicolle, directeur de l'Institut Pasteur de Tunis, a eu l'obligeance de mettre à ma disposition, c'est-à-dire d'un virus de même origine que celui employé par Gonder; le liquide de culture, recueilli dans des tubes du milieu de Novy simplifié, était injecté, à plusieurs reprises, dans le péritoine de souris blanches, aux doses de $0^{cm^3},25$ à $0^{cm^3},5$. Je me suis servi, non de cultures jeunes, mais, suivant le conseil de Row, de cultures de 4 semaines environ.

Sur 12 souris blanches inoculées, il y avait 8 mâles et 4 femelles: des 8 mâles, 6 se sont infectés, tandis que jusqu'ici il n'y a aucun cas d'infection parmi les femelles.

L'évolution de l'infection, toujours à peu près la même, peut se résumer comme il suit : pendant les premiers mois qui suivent l'inoculation, on n'observe rien d'anormal; vers le quatrième mois, on constate que les testicules sont augmentés de volume et indurés; les testicules s'empâtent de plus en plus et il se forme, dans la région abdominale inférieure, une tumeur oblongue, transversale par rapport à l'axe longitudinal du corps, plus ou moins dure au toucher. De petites escarres cutanées se montrent souvent au niveau de la tumeur ou bien à la queue qui peut être détruite en entier. Lorsque, à l'aide d'une pipette fine, on ponctionne la tumeur, on en retire facilement une goutte d'une sérosité dans laquelle les *Leishmania* abondent. Chez les souris sacrifiées à une période avancée de l'infection, les testicules sont profondément altérés, hypertrophiés, déformés, indurés; la substance testiculaire fait place à un tissu lardacé, et les testicules sont plus ou moins englobés dans une masse néoplasique. A l'examen histologique on trouve dans les testicules, comme dans la masse néoplasique qui les enserre, des *Leishmania* en quantité prodigieuse. Ces parasites présentent tous les caractères de la *L. tropica*; ils sont tantôt libres, tantôt inclus dans des éléments anatomiques qui parfois en sont littéralement bourrés; ils mesurent de 2^{μ} à 4^{μ} de long sur 1^{μ} à 2^{μ} de large; les parasites ont d'ordinaire une forme ovalaire plus ou moins allongée. Après coloration au Giemsa, on distingue un noyau et un centrosome souvent bacilliforme; je n'ai jamais vu de flagelles même rudimentaires. Chez les trois souris qui ont été sacrifiées jusqu'ici, et dont les observations sont résumées ci-dessous, je n'ai trouvé de *Leishmania* ni dans la rate, ni dans le foie, ni dans la moelle osseuse; il est à noter toutefois que la rate était fortement hypertrophiée, ce qui semble indiquer qu'elle avait été touchée, au moins temporairement, par l'infection.

1° Une souris blanche, adulte, mâle, reçoit, dans le péritoine, les 18 et 22 mars, 1er avril, 11 mai, 31 juillet, 8 août et 4 septembre 1914 des injections de cultures de la *Leishmania tropica;* la quantité de culture injectée chaque fois varie de $0^{cm^3},25$ à $0^{cm^3},50$. Jusqu'au mois de septembre 1914, la souris ne présente rien d'anormal. Le 25 septembre, je constate qu'il existe, à la face ventrale, deux plaques brunâtres situées l'une en avant de l'anus, l'autre en avant du pénis; ces plaques qui ont l'étendue de pièces de 20 centimes environ sont indurées, parcheminées; il s'agit évidemment de foyers de gangrène sèche.

La souris est sacrifiée le 26 septembre 1914; ellepèse 18^g; la rate, fortement hypertrophiée, pèse 33^{cg}; au-dessous des plaques gangréneuses, on trouve un peu de pus caséeux dans lequel les *Leishmania* sont très rares. Les testicules sous-jacents sont altérés tous les deux; les altérations du testicule droit sont plus marquées que celles du testicule gauche; les testicules sont gros, fortement indurés, difficilement reconnaissables au milieu du tissu conjonctif et graisseux qui les enserre. Après avoir incisé le testicule droit, je fais des frottis qui, colorés, montrent des *Leishmania* typiques en nombre énorme, libres ou incluses dans des éléments anatomiques. Les parasites sont également très nombreux dans les frottis faits avec un lambeau du tissu conjonctif induré détaché au-dessus du testicule droit. Les *Leishmania* se montrent beaucoup plus rares dans les frottis du testicule gauche que dans ceux du droit.

Je m'attendais à trouver des *Leishmania* dans la rate qui était fortement hypertrophiée; cette attente a été déçue, je n'ai trouvé de parasites ni dans les frottis de rate, ni dans ceux de foie et de moelle osseuse.

2° Une souris blanche, adulte, mâle, reçoit, dans le péritoine, les 1er, 8 et 15 avril, 16 mai et 21 juillet 1914, des injections de cultures de la *Leishmania tropica.* La quantité de culture injectée chaque fois varie de $0^{cm^3},25$ à $0^{cm^3},50$. Jusqu'au mois de septembre 1914, la souris ne présente rien d'anormal. Le 15 septembre, on constate une gangrène sèche de la queue qui fait de rapides progrès. Le 25 septembre, la queue est tombée en entier et il existe à la face ventrale, en avant de l'anus, une plaque de gangrène sèche de la grandeur d'une pièce de 20 centimes environ. Les poils sont tombés à ce niveau, la peau est brunâtre, sèche, parcheminée, et l'on sent au-dessous une tumeur oblongue de consistance assez ferme.

La souris dont l'état général ne paraît pas mauvais est sacrifiée le 25 septembre; elle pèse 24^g; la rate, fortement hypertrophiée, pèse 35^{cg}. Les testicules qui sont gros, indurés, infiltrés d'une matière caséeuse, sont enlevés avec la plaque ventrale de gangrène sèche, à laquelle ils adhèrent. Après avoir incisé les testicules, je fais des frottis qui, colorés, montrent des *Leishmania* typiques en très grand nombre; les parasites sont tantôt libres, tantôt inclus dans des éléments anatomiques. Je ne trouve de *Leishmania* ni dans les frottis de la rate, qui cependant a subi une forte hypertrophie, ni dans les frottis de foie ou de moelle osseuse.

3° Une souris blanche, adulte, mâle, reçoit, dans le péritoine, les 28 mai, 11 et 25 juin, 10 juillet et 25 août 1914, des injections de cultures de la *Leishmania tropica;* la quantité de culture injectée chaque fois varie de $0^{cm^3},25$ à $0^{cm^3},50$. Jusqu'au mois de septembre, la souris ne présente rien d'anormal. Le 1er octobre, on constate l'existence, en avant de l'anus, de deux petites taches brunâtres de la grandeur de lentilles; la peau est, au niveau de ces taches, dure. desséchée. En avant de ces points

de gangrène sèche se trouve une tumeur saillante, dure, transversale par rapport à l'axe du corps, occupant l'emplacement normal des testicules.

La souris est sacrifiée le 1er octobre; elle pèse 24g; la rate, fortement hypertrophiée, pèse 30cg. Après avoir incisé la paroi abdominale, on met à nu la tumeur qui est constituée par du tissu cellulo-adipeux très dense, induré par places et, après enlèvement de ce tissu, on distingue les deux testicules hypertrophiés, indurés, présentant une surface très irrégulière. Le tissu normal testiculaire a fait place, presque partout, à un tissu lardacé, blanchâtre. Dans les frottis du tissu de nouvelle formation qui recouvrait les testicules, et dans ceux des testicules, on trouve des *Leishmania* typiques en très grand nombre, libres ou incluses dans des éléments anatomiques qui parfois en sont littéralement bourrés. On ne voit de *Leishmania* ni dans les frottis de la rate, pourtant hypertrophiée, ni dans les frottis de foie ou de moelle osseuse.

En dehors des souris, j'ai inoculé en suivant la même technique, et avec le même virus de *Leishmania tropica*, trois *Meriones Shawi* capturés en Tunisie; un de ces petits Rongeurs, un mâle, a montré, 5 mois après la première inoculation, des symptômes d'infection identiques à ceux observés chez les souris. Les testicules volumineux, indurés contenaient des *Leishmania* typiques en très grand nombre. Les parasites faisaient défaut dans la rate, dans le foie et dans la moelle osseuse. Les deux autres *Meriones* qui étaient des femelles ne se sont pas infectés.

Chez les souris et chez le *Meriones* qui font l'objet de cette Note, les accidents consécutifs aux injections intrapéritonéales des cultures de la *Leishmania tropica* se sont présentés sous des formes presque identiques : les parasites ont pullulé dans les testicules et ont déterminé des lésions profondes de ces organes et du tissu conjonctif voisin; des gangrènes des téguments ou de la queue ont été observées dans la plupart des cas; il n'y avait de *Leishmania* ni dans la rate, ni dans le foie, ni dans la moelle osseuse. Ce tableau diffère beaucoup de celui qu'on observe dans les infections produites par la *Leishmania infantum* ou la *Leishmania Donovani*, infections qui sont caractérisées par la pullulation des parasites dans la rate, dans le foie et dans la moelle osseuse et qui ne s'accompagnent ni de gangrènes ni de localisations sur les testicules.

Les divergences qui existent entre les résultats des expériences résumées dans cette Note et ceux des expériences de Gonder et de Row peuvent s'expliquer par des différences dans la technique des inoculations ou dans l'activité des virus employés.

MÉMOIRES LUS.

Considérations générales sur le traitement des blessures de guerre [1], par M. E. Delorme.

La clémence persistante de la température depuis le début de cette guerre, la haute sollicitude du Gouvernement, la prévoyance du Commandement à tous les degrés, prévoyance paternelle qu'on ne retrouverait aussi intensive et aussi vigilante dans aucune autre campagne, l'organisation, le fonctionnement régulier, méthodique, actif du Service de Santé de l'Armée, les grands soins apportés à l'alimentation des troupes, enfin les déplacements de celles-ci ont eu jusqu'ici pour conséquences de maintenir un état sanitaire parfait. Le blessé français est un homme sain.

Les maladies sont en nombre infime. La guerre de 1914 n'a pas jusqu'ici connu les épidémies si meurtrières qui ont marqué de tant de deuils l'histoire des dernières luttes. D'un front qui doit se maintenir constamment dégagé, l'arrière reçoit tous les malades; or, dans tous les grands centres hospitaliers que je visite sans cesse, je ne rencontre que des blessés.

La dysenterie et la fièvre typhoïde si redoutables se connaissent à peine et la proportion des atteintes m'a paru n'être même pas celle du temps de paix.

Le sacrifice imposé est donc réduit à ce qu'il doit être. La Nation doit bien savoir que jusqu'ici Elle n'a perdu inutilement aucun de ses enfants.

Le moral du blessé qui joue un si grand rôle dans la rapidité et la solidité de sa cure, ce moral, qui est la traduction fidèle et tangible de la vitalité de l'homme, est parfait.

Les traumatisés les plus gravement atteints le conservent. Les autres ont hâte de guérir pour retourner au feu. Le trouble n'est que dans le cœur des mères.

La tactique actuelle qui fixe sur le champ de bataille les combattants pendant plusieurs jours sous une grêle de projectiles, les remous des luttes, le séjour forcé des blessés sur le lieu même où ils ont été frappés rendent

---

[1] Mémoire lu dans la séance du 28 septembre 1914.

trop souvent fort difficiles, parfois impossibles les secours de première ligne. Il en résulte que nombre de ces blessés arrive déjà, de ce fait, à l'arrière, tardivement pansés, souvent suppurants.

C'est une nécessité bien dure qu'un geste humain pourrait faire cesser; nous n'avons pas à l'attendre de nos ennemis.

Cette nécessité impose au Service de Santé de changer ses tactiques.

Il n'a plus à compter sur une asepsie qui, dans ses prévisions, l'autorisait à évacuer au loin ses blessés. *L'asepsie n'a que faire sur des plaies infectées.*

L'antisepsie elle-même ne donne, en pareils cas, de garanties que si elle est renouvelée rapidement et souvent, or elle ne peut l'être au cours de transports prolongés. Et puis l'antisepsie de la plaie n'est pas tout; il y a ici d'autres interventions à accomplir.

Avec la suppuration, notre thérapeutique chirurgicale doit changer d'aspect, de moyens et d'action.

Alors, plus impérieusement que jamais, se séparent les deux grandes catégories de blessés : 1° ceux atteints par des *balles de fusil tirées de plein fouet;* 2° ceux frappés par les *projectiles d'artillerie* ou les *balles de fusil déviées.*

Si pour les blessés atteints par des balles de fusil tirées de plein fouet, dont les plaies en général ne sont point infectées, on peut songer aux transports à distance, tout en tenant compte des catégorisations bien connues d'intransportables (blessures du crâne et de l'encéphale, de la poitrine, de l'abdomen, fractures graves, plaies et contusions artérielles, etc.), il ne peut en être de même pour les blessés frappés par les engins de l'artillerie. Ici la situation est tout autre. Or, le nombre de ces derniers est considérable. Il n'est plus représenté par une proportion de 5 pour 100; il est des combats qui ne sont presque que des combats d'artillerie.

Les balles des schrapnells, les éclats d'obus sont, le plus souvent, véhicules de terre; ils entraînent dans les plaies, dans lesquelles ils séjournent le plus souvent, des fragments de vêtements infectants au premier chef. Les plus graves complications, le phlegmon diffus, la gangrène gazeuse, le tétanos sont, pour la plaie, menaçantes et ces menaces ne peuvent disparaître que quand elle aura été débarrassée de ses sources infectantes, de ses corps étrangers, qu'elle aura été stérilisée par les topiques les plus nocifs pour les anaérobies.

Pour être efficace, *la défense doit être assurée très rapidement. Elle ne peut se réaliser sur des blessés transportés au loin.*

Dès lors : la chirurgie des premières lignes ne doit plus se contenter des actes préparatoires qu'elle pratiquait jusque-là, s'attendant à les voir com-

pléter à distance. Elle doit faire elle-même tout le nécessaire tant que les circonstances le lui permettront, concentrer intensivement ses secours sur cette catégorie de blessés déjà infectés ou qui vont l'être. La règle de l'abstention systématique de la recherche et de l'extraction des projectiles, excellente lorsqu'il s'agissait des balles des fusils, ne saurait s'appliquer aux balles des schrapnells et aux éclats d'obus. C'est la règle inverse qu'il faut suivre pour eux et la désinfection de la plaie prélude et termine leur extraction.

Ce que, par suite de la presse et des vicissitudes de la lutte, la chirurgie du champ de bataille ne pourrait faire, une formation sanitaire riche de personnel, de préférence un hôpital d'évacuation *rapproché du front* ou toute autre formation sanitaire momentanément *fixée et accrochée* à la ligne ferrée comme cet hôpital, doit l'effectuer. Crible à mailles serrées, ce dernier arrêtera ces blessés. Devenu par la force des choses organe d'activité complémentaire, il prolongera l'effort de la première ligne chirurgicale. En vue du but à remplir, il s'organisera en gros *centre de pansement* avec, au besoin, des annexes rapprochées et il appellera à lui un personnel chirurgical jeune et nombreux. Grâce à la puissante activité de ce personnel et parce que posté sur la voie ferrée il lui sera toujours facile de reporter sur l'arrière le flot des blessés qu'il aura retenus le temps nécessaire pour leur donner les soins indispensables. Dans ce poste secourable, ne se sont-ils pas arrêtés ces blessés pour s'y refaire, s'y désaltérer et s'y nourrir; pourquoi ne s'y arrêteraient-ils pas très régulièrement pour s'y faire panser? Qui s'y opposerait?

Et que si l'on avait des doutes sur le rendement à obtenir, si l'action avait dû, pour des raisons diverses, être incomplète, c'est non *pas loin* mais *au plus près*, toujours à proximité ou sur la ligne ferrée, sur la ligne de dégagement, qui faudrait la parfaire.

Ce ne sera que quand pansements et interventions indispensables seront terminés que l'évacuation pourra se faire à distance. C'est, pour nous, dans ces mesures qu'est le salut.

On avait jusqu'ici des raisons de reporter à l'arrière la chirurgie active; les circonstances forcent à la concentrer en partie et résolument vers l'avant.

A situations nouvelles, dispositifs nouveaux; le mécanisme doit être souple et se plier aux circonstances.

J'y insiste : la désinfection très rapide des blessures produites par les projectiles d'artillerie, l'extraction des corps étrangers qu'ils laissent dans les plaies est nécessité impérieuse; ces opérations doivent être hâtives; la radiographie va étendre et déplacer en partie son rôle et ses ressources pour venir là en aide au chirurgien.

Il faut être mêlé aux si lourds et si difficultueux fonctionnements de notre Service de Santé aux armées pour bien comprendre ce que ces conseils, fruits de mes méditations, ont d'important, ce qu'ils comportent de bienfaisante utilité.

L'appel que j'ai adressé le 10 août aux chirurgiens a été entendu. Le retentissement a été grand, grâce à l'initiative heureuse qu'a prise l'Académie des Sciences de le répercuter par l'envoi de mon Mémoire à tous les Médecins chefs de nos formations de l'avant et de l'arrière et en fournissant à mes conclusions l'appui de sa haute approbation.

La chirurgie conservatrice, dans nos traumatismes les plus graves, dans les fractures les plus compliquées des membres, est devenue la règle, une règle qui a été maintenue pour ainsi dire sans exception.

Partout où je passe, au cours de mes missions, je ne trouve, comme amputés, que des blessés dont les traumatismes ont été compliqués de gangrène. C'est un grand service rendu au Pays.

Bien plus, l'impulsion donnée se poursuit et cette chirurgie conservatrice maintient ses droits dans les mêmes traumatismes, compliqués parfois de suppurations très graves.

Si les résultats qu'on obtient dans ces derniers cas sont plus honorables encore pour les chirurgiens, les difficultés de leur tâche augmentent pour le traitement des fractures; aussi pour simplifier et faciliter cette tâche est-il nécessaire qu'ils connaissent bien leurs meilleures ressources.

Des appareils contentifs qu'ils possèdent et qui ont leurs préférences dans la pratique journalière, beaucoup sont peu recommandables pour la chirurgie de guerre et sont à rejeter. Sur ce point, ils doivent réagir contre des préférences de longue date.

Les appareils utilisables pour le traitement des fractures par armes à feu, en période de suppuration surtout, doivent être *imperméables*, *amovo-inamovibles*, *permettre l'application rapide et facile des pansements*, *la surveillance du membre* en vue d'assurer la *coaptation constante et régulière* des *esquilles latérales*, leur *propulsion* contre les fragments supérieur et inférieur, *faciliter les interventions chirurgicales* (incisions des collections purulentes, ablation des esquilles libres et des corps étrangers, etc.), en même temps qu'ils *assurent une contention parfaite*.

Ni les gouttières en fil de fer de Mayor, d'usage courant, ni les appareils plâtrés, trop employés, ni les appareils en rotang, si ingénieux mais très coûteux de de Moij, ni les appareils en toile métallique de Sarrazin, ni les appareils à attelles, ni les appareils à extension continue, ne réalisent ces

conditions. Seules les *gouttières de zinc à valves* atteignent ce but. C'est à elles que je me suis arrêté.

Vous pouvez, *de visu*, juger de la facilité et de la rapidité de leur application [1]. J'ai pu, dans une formation sanitaire, appliquer récemment une quarantaine de ces appareils, en un jour, à des fracturés graves de la cuisse, de la jambe, du bras. En en employant d'autres, il m'eût été impossible d'obtenir pareil résultat; or la rapidité d'application d'un appareil est chose bien précieuse dans les gros agglomérats de blessés.

Le même modèle fait de zinc laminé n° 12 peut servir pour la contention de toutes les fractures des divers segments et articulations du membre inférieur; pour le membre supérieur, un seul appareil peut suffire [2]. Avec un matériel aussi simple, le personnel est vite familiarisé avec son rôle.

Deux complications des plaies se présentent dans cette guerre avec une fréquence relative et une gravité qui surprennent. C'est à les combattre que doivent actuellement tendre les efforts de tous les chirurgiens, à quelque formation sanitaire qu'ils appartiennent. Les bons résultats qui peuvent suivre leurs efforts les incitent à employer, avec une grande conviction et la plus grande constance, les moyens qu'ils possèdent pour les combattre.

Ces complications sont : 1° la *gangrène gazeuse*; 2° le *tétanos*.

Provoquées et entretenues par des microbes anaérobies, elles semblent, au premier abord, l'opprobre de notre chirurgie antiseptique et aseptique. On ne s'en étonne plus quand on sait que cette chirurgie est, là, dominée par la contingence d'une infection préalable, profonde, dont l'agent est souvent difficile à découvrir. C'est ce qui fait que, quelle que soit sa notoriété et sa valeur, aucun chirurgien ne peut affirmer que ses services en sont ou en seront exempts.

1° Contre la *gangrène gazeuse*, les chirurgiens s'arrêtent trop aux deux traitements suivants : *les larges incisions*, *les amputations*. Ces traitements ont leur utilité; ils comptent leurs succès. Mais il faut qu'on sache bien que ces succès peuvent être obtenus plus simplement par d'autres ressources trop peu répandues, et que, dans les cas extrêmes, celles-ci rendent possibles et applicables des amputations qui, sans elles, ne

(1) Le Médecin Inspecteur général Delorme a fait l'application de ses appareils dans cette séance avec l'aide de M. le Médecin-Major Kortz.

(2) La description complète de ces appareils se trouve dans notre *Traité de Chirurgie de guerre*, t. II, ou dans les *Traités de bandages* du professeur Chavasse.

présenteraient aucune chance de succès. Une plus longue expérience permettra bientôt d'en perfectionner l'emploi.

Ces ressources sont fournies par les *injections d'eau oxygénée*. L'expérience a prouvé que nul autre topique n'est aussi toxique qu'elle pour le bacille anaérobie de la gangrène gazeuse. Voici comment on procède :

Au-dessus des parties hypertendues, bronzées, emphysémateuses, au-dessus des parties douteuses, on établit une barrière circulaire à l'envahissement microbien. Avec une seringue de Pravaz, qu'on trouve partout, chargée d'eau oxygénée pure qu'on trouve également partout, on injecte circulairement, en couronne, dans le tissu cellulaire sous-cutané, le liquide par demi contenu ou par contenu entier de la seringue, en faisant les piqûres à 1^{cm}, $1^{cm},5$ l'une de l'autre. Quand on a pratiqué la première série d'injections circulaires, on en fait une seconde, à quelques centimètres plus haut, en portant l'aiguille au niveau des intervalles de la première couronne. Pour une cuisse on peut faire 30, 40, 60 piqûres.

On renouvelle, au besoin le lendemain ou plutôt le jour même, ces injections au-dessus et au-dessous des premières couronnes et l'on s'évertue à gagner le terrain que laisse la gangrène gazeuse en rétrocédant.

Ces injections sont inoffensives, elles ont l'avantage d'être à la portée de tous dans les formations sanitaires et de pouvoir être faites avec une technique aussi simple que celle de la piqûre de morphine, ce qui est précieux, car la gangrène va vite. Elle n'attend pas le chirurgien.

Dans les hôpitaux, on pourrait remplacer ces injections par les instillations de gaz oxygène qu'on insuffle en tension dans le tissu cellulaire, remplaçant l'emphysème septique par un emphysème antiseptique, mais le premier mode est plus simple, plus susceptible de généralisation, par conséquent préférable.

Un chirurgien ne se contentera pas et ne devra pas se contenter de ces injections quand la tension du membre est excessive, et voici pourquoi :

Cette tension, exercée par les gaz de la gangrène gazeuse et la suffusion abondante de liquides dont elle a provoqué l'accumulation dans le membre atteint, a pour conséquence rapide d'amener la compression des vaisseaux de ce membre.

Chacune des régions des divers segments de nos membres n'a qu'un coefficient déterminé de dilatabilité qui est en rapport avec la tension, la résistance, l'élasticité des enveloppes aponévrotiques cloisonnantes. Si ce coefficient est atteint, *a fortiori* s'il est dépassé, c'est la gangrène par *compression* qui s'ajoute à la gangrène septique.

Pour éviter la première, il faut largement débrider les aponévroses d'enveloppe de chaque loge. S'agit-il de la jambe, on sectionnera dans une grande étendue (10^{cm} et plus) l'aponévrose d'enveloppe de la loge antérieure; en arrière, on incisera, dans la même étendue, l'aponévrose jambière postérieure et l'on séparera les muscles superficiels des muscles profonds.

La gravité de la situation commande ces sacrifices et il faut les faire vite, car bien rapidement les dégâts se produisent ou s'accusent dans cette complication à laquelle on a donné, à bon droit, le nom de *foudroyante*.

On utilisera les larges brèches créées dans les loges musculaires comme points de pénétration d'irrigations larges d'eau oxygénée, et l'on n'oubliera pas de faire porter l'une de ces brèches sur le trajet des gros vaisseaux, presque aux limites de la gangrène, pour couper la route aux infiltrations septiques qui suivraient le tissu cellulaire et les lymphatiques qui les entoure.

Le transport rapide des blessés du champ de bataille sur des centres très rapprochés d'hospitalisation à fonctionnement intensif, la recherche et l'extraction très rapide des balles de schrapnells et des éclats d'obus, la désinfection large des plaies produites par ces engins, et, par-dessus tout, celle des plaies en cul-de-sac, par l'eau oxygénée, le topique préservateur par excellence de la gangrène gazeuse, constituent des moyens de prophylaxie et de thérapeutique, dont la nécessité saute aux yeux et sur lesquels on peut faire grand fond.

2° Le *tétanos* doit à l'heure actuelle, avec la gangrène gazeuse, attirer toute l'attention des chirurgiens. Dans toutes les formations sanitaires que je visite, il est question du tétanos. Sa fréquence paraît excessive; elle semble, elle aussi, en contradiction avec ce qu'on doit attendre des pratiques antiseptiques et aseptiques actuellement généralisées et qui l'ont presque fait disparaître dans la chirurgie journalière.

Les chirurgiens ne sont pas responsables de cet état de choses.

Les combats d'artillerie ont pris un développement et une durée insolites dans cette guerre. Contrairement aux balles de fusils, les balles de schrapnells et les éclats de projectiles creux, je le répète, sont souvent véhicules de terre. Les fragments de vêtements traversés leur cèdent des lames superposées, des « gâteaux » souillés, infectants, qu'ils projettent dans le canal des plaies et qu'ils maintiennent emprisonnés devant eux.

Les conditions des luttes actuelles, le séjour forcé des blessés sur le champ de bataille pendant plusieurs jours n'empêchent que trop souvent les chirurgiens de panser ces plaies immédiatement et de pratiquer l'ex-

traction des corps étrangers dont ils auraient hâte de débarrasser leurs blessés dans les conditions habituelles de fonctionnement. Telles sont les raisons de cette fréquence qu'on s'évertue à atténuer.

Les mesures de prophylaxie que je signalais tout à l'heure à propos de la gangrène gazeuse sont ici à reprendre : le transport rapide des blessés du champ de bataille à des centres d'hospitalisation très rapprochés où les projectiles d'artillerie seront hâtivement extraits et les plaies désinfectées non moins rapidement. Là encore l'eau oxygénée, comme topique, doit avoir la préférence des chirurgiens, car, comme pour la gangrène gazeuse, elle est l'agent toxique du bacille tétanique, préventif de son contage.

Dans les formations proches de la ligne de bataille, on fera, autant qu'on le pourra, des injections préventives de sérum antitétanique.

Quand le tétanos est déclaré, le mal paraît, à la plupart, sans remède dans les *formes aiguës et suraiguës*. Je recommande partout de ne pas désespérer et d'employer avec la constance et la conviction d'une réussite : le bromure de potassium et le chloral à hautes doses; à l'intérieur, ce dernier donné, au besoin, en injections veineuses; les injections de sérum antitétanique dans le canal rachidien et les injections de sulfate de magnésie (¹). Le sulfate de magnésie, proposé par le chirurgien américain Blaye, s'il n'est pas curatif, a l'avantage de diminuer les douleurs, la fréquence des contractures, d'assurer le calme, de permettre l'alimentation; or, si le chirurgien ne peut toujours guérir, il a le devoir de toujours soulager.

Le chapitre de la thérapeutique du tétanos déclaré et aigu reste toujours ouvert. Celui qui le clôturera aura bien mérité du Pays.

Cette étude devrait concentrer l'attention des chercheurs, car le tétanos déclaré est aujourd'hui une calamité.

Remarques de M. A. Laveran *au sujet de la Communication précédente.*

J'ai écouté avec beaucoup d'intérêt la Communication que vient de nous faire M. le Médecin Inspecteur général Delorme, et je suis d'avis que l'Académie des Sciences rendrait un grand service à la Chirurgie d'ar-

---

(¹) Je viens de faire injecter dans le canal rachidien d'un blessé (hôpital d'évacuation de Juvisy), atteint d'un tétanos suraigu, quatre seringues de Pravaz, soit 4^{cm^3} d'une solution à 25 pour 100 de sulfate de magnésie, et j'ai été frappé du calme rapidement procuré. Ces injections ont été renouvelées tous les jours depuis 5 jours. Le blessé survit.

mée, dont la tâche est si lourde en ce moment, en donnant à cette seconde Communication de M. Delorme la grande publicité qu'elle a donnée à la première.

Il résulte des renseignements qui nous ont été fournis par M. Delorme, comme de ceux qui nous avaient été fournis antérieurement par notre confrère M. Landouzy, que le tétanos complique trop souvent les blessures de nos soldats, du moins celles dues aux schrapnells et aux éclats d'obus, ce qui s'explique par le fait que ces projectiles sont fréquemment souillés de terre. Il importe donc de rappeler, comme l'a fait M. Delorme, que les injections de sérum antitétanique constituent une des mesures les plus efficaces qu'on puisse prendre pour prévenir le tétanos. A mon avis, ces injections devraient être faites préventivement dans tous les cas où la nature des plaies peut faire redouter le tétanos. Le sérum antitétanique qui a des propriétés préventives indiscutables, scientifiquement démontrées, est beaucoup moins efficace quand le tétanos est déclaré; pour en faire usage, il ne faut donc pas attendre l'apparition des premiers symptômes de cette redoutable complication des plaies. Il est à désirer que le Service de Santé militaire puisse mettre à la disposition des médecins des ambulances et des hôpitaux des provisions suffisantes de sérum antitétanique pour que nos médecins militaires puissent en faire largement usage.

Observations de M. **Roux**.

On ne saurait trop le répéter : le sérum antitétanique prévient le tétanos, mais ne le guérit pas. En effet, l'antitoxine neutralise le poison tétanique à l'état libre ; mais, lorsque celui-ci est fixé sur les cellules motrices de la moelle épinière, c'est-à-dire quand le tétanos est déclaré, l'antitoxine est impuissante. S'il est toujours utile d'injecter 20^{cm^3} à 30^{cm^3} de sérum à un malade tétanique, afin de neutraliser la toxine non encore fixée sur le système nerveux, ce serait, dans le temps présent, une prodigalité de lui en donner davantage. L'issue de la maladie dépend de la quantité de poison déjà absorbée par les grandes cellules des cornes antérieures de la moelle.

Un blessé qui reçoit préventivement du sérum antitétanique ne prendra pas le tétanos tant qu'il n'aura pas éliminé l'antitoxine, c'est-à-dire pendant les deux à trois semaines qui suivront l'injection. Dans la guerre actuelle, les blessures étant fréquemment souillées par de la terre ou par des corps

étrangers, le tétanos n'est pas rare, et parfois l'incubation ne dépasse pas 4 à 5 jours, d'où la nécessité d'injecter le sérum aussitôt que possible après la blessure, avant qu'une quantité notable de toxine soit parvenue aux cellules nerveuses. Pour cela, il faut que le sérum se trouve à la disposition des médecins chargés du triage des blessés ou de ceux qui les accompagnent dans les trains d'évacuation. C'est le moyen d'économiser le plus grand nombre de vies, en évitant le gaspillage du sérum dont les provisions ne sont pas inépuisables.

Observations de M. L. Landouzy *à propos de la Communication de M.* E. Delorme.

Les remarques et les réflexions de mes confrères MM. Laveran et Roux font que je serai bref.

Si cela n'avait été demandé par le consensus unanime de l'Académie, j'aurais, moi aussi, proposé qu'on donnât à la Communication de M. Delorme, avec l'insertion à nos *Comptes rendus*, la plus grande publicité. Le travail de poignante actualité qu'il nous apporte est plus qu'un exposé bref et net de ce qu'est la guerre actuelle, guerre totalement inédite, déjouant en ses moyens et ses effets toutes les prévisions. Le travail de mon confrère de l'Académie de Médecine est, en plus, tout un programme de Chirurgie d'armée, révolutionnée par les nouveautés que tactique et balistique inouïes déploient au travers de combats, dont l'intensité et la durée ne se sont jamais vues, en aucun pays, ni à aucune époque de l'histoire du monde.

Il faut que, au plus vite et au plus loin, soient publiées les observations faites hier par M. Delorme dans les formations sanitaires qu'il a visitées.

Il faut que, dans les armées des pays de Pasteur et de Lister, « *la Chirurgie active soit concentrée en partie et résolument vers l'avant* », si l'on veut que l'asepsie et l'antisepsie des blessures de guerre soient possibles.

A ce prix nous militerons efficacement contre deux des complications de plaies les plus terribles avec lesquelles nous sommes aux prises depuis le début des hostilités, la gangrène gazeuse et le tétanos, dont la fréquence s'explique par les combats d'artillerie et par les attaques de tranchées qui ont, dans la guerre actuelle, pris un développement et une durée inouïs. C'est la durée de ces véritables duels d'artillerie qui rend : si difficile et si tardive la relève des blessés; si vaine l'injection de sérum antitétanique,

celle-ci n'ayant pu se faire qu'exceptionnellement dans les premiers jours qui suivaient les plaies, et pendant que les blessés restaient au milieu de conditions atmosphériques et telluriques favorisant l'éclosion et l'évolution du tétanos.

Ce n'est nullement l'emploi parcimonieux ou déficient du sérum antitétanique qui est responsable de l'endémie tétanique régnant dans les armées ennemies, comme dans les armées alliées, c'est son emploi retardé. Le public s'y trompe parce qu'il ne sait pas la Sérothérapie antitétanique purement préventive. Le public se trompe amèrement quand il s'imagine le sérum antitétanique doué des doubles propriétés préventive et curative dont jouit le sérum de Roux contre la diphtérie, contre l'angine à fausses membranes et le croup. Depuis vingt ans déjà, les familles se sont accoutumées à voir employer avec succès le sérum antidiphtéritique, non seulement chez les enfants atteints d'angines et du croup, mais encore, à titre préventif, chez les frères et sœurs des petits malades.

Dans les formes aiguës et suraiguës, telles celles que nous venons de voir dans les hôpitaux parisiens, notamment à l'ambulance américaine (lycée Pasteur), au Val-de-Grâce et à l'ambulance de l'Institut de l'hôtel Thiers dont je parlais tout à l'heure, il est de règle que presque tout tétanos confirmé soit, en l'état actuel de la thérapeutique, un tétanos incurable.

Les cas de tétanos *avéré*, chronique, guéris lors de l'emploi prolongé du sérum antitétanique, n'infirment pas la ferme croyance que nous avons dans le pouvoir nettement préventif du sérum. En présence de pareils cas, dont un nombre imposant a été consigné un peu partout, en Amérique notamment, on peut se demander si la culture tétanigène, dont la plaie était souillée de terre tétanigène des champs ou des routes, ne s'est pas développée par poussées successives, chacune des injections faites, au jour le jour, étant antitoxique de la toxine sécrétée la veille. C'est en vertu de cette conception plutôt empirique, à laquelle répugnent les données expérimentales que certains d'entre nous (ne voulant pas rester inactifs en face du mal terrifiant et atrocement douloureux qu'est le tétanos) ont vu des tétaniques, dont ils désespéraient, guérir et cela à la suite d'injections sous-cutanées ou intraveineuses de 10^{cm^3} et 20^{cm^3} de sérum antitétanique, injections faites pendant 8, 10, 12 et même 15 jours.

C'est ainsi qu'à la Société médicale des hôpitaux de Paris, on citait récemment le cas d'une jeune fille de 14 ans, prise d'accidents tétaniques 10 jours après une morsure à la jambe, traitée 3 jours seulement après

l'apparition du trismus, guérissant après avoir reçu, pendant 10 jours, du sérum antitétanique, et cela avec un minimum d'accidents sériques.

C'est par pareil emploi de doses massives de sérum de l'Institut Pasteur que José Penna, de Buenos-Ayres, dit avoir vu guérir quinze cas de tétanos confirmé sur seize malades. Tout en reconnaissant, tout en enseignant le sérum antitétanique doué d'autant d'efficacité préventive que de peu d'efficacité curative, il me paraît quand même opportun, les accidents tétaniques étant déclarés, d'employer le sérum, surtout en lui associant la méthode de Bacelli, c'est-à-dire les injections hypodermiques d'huile camphrée phéniquée. Cette pratique doit, en tous cas, marcher de front avec les médications calmantes et sédatives, parmi lesquelles la meilleure, incontestablement, est le chloral donné, un gramme toutes les heures, soit par voie buccale si possible, soit par voie rectale, soit en bloc par injection veineuse. Cette médication a l'immense avantage : de diminuer les spasmes et les douleurs; de permettre l'alimentation; de procurer le calme et le sommeil; en somme, de substituer une manière de béatitude aux horribles angoisses du tétanos généralisé.

C'est dans le même sens, purement palliatif, qu'agit la médication de Metzler, consistant à injecter par rachicentèse, dans le canal rachidien, une solution de sulfate de magnésie. Cette méthode apporte souvent, pas toujours, un calme incontestable; elle détend les spasmes et procure la béatitude que donne la médication chloralée. Celle-ci, sur le procédé de Metzler, présente de gros avantages : sa simplicité, sa commodité et sa rapidité opératoires.

L'ingestion et l'injection du chloral peuvent être faites partout, par tout aide médical, et avec un outillage dont tout le monde est muni.

La rachicentèse, sans être difficile, est délicate, surtout chez un blessé qu'on ne peut pas toujours mettre en position optima; d'autant que les contractures peuvent s'opposer à ce qu'on imprime au tronc du blessé la flexion en avant, nécessaire pour tendre la colonne vertébrale et permettre à l'aiguille de pénétrer dans le rachis. Il y a là, incontestablement, étant donné l'état de douleur et de raideur du tétanique, une difficulté que, du premier coup, peuvent ne pas résoudre ceux des chirurgiens, même experts, qui ne pratiquent pas couramment la rachicentèse, comme le font, en matière diagnostique, les médecins. C'est pourquoi, dans les enseignements thérapeutiques que répandra la lecture du Mémoire de M. l'Inspecteur général Delorme, je demanderai à mon confrère de mettre au premier

plan des indications thérapeutiques sédatives et calmantes du tétanos, de préférence l'emploi, à hautes doses et longuement continué, du chloral. La médication chloralée, plus constante en ses effets, outre qu'elle n'oblige le tétanique à aucun déplacement, est d'un maniement plus facile et surtout plus rapide, toutes conditions de première importance en Chirurgie d'armée, où les minutes comptent pour porter, au mieux et au plus vite, sur les plaies, l'asepsie, l'antisepsie et l'antialgie.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Éphéméride de la comète* 1913 *f* (*Delavan*). Note de M. E. MAUBANT, présentée par M. B. Baillaud.

Les coordonnées rectilignes héliocentriques rapportées à l'équinoxe et à l'équateur moyens de 1910,0 et l'éphéméride de la comète Delavan ont été calculées à l'aide des éléments de G. von Biesbrœck transcrits ici :

$$T = 1914,\ \text{oct. } 26,3000,\ \text{temps moyen de Berlin}$$

$$\left.\begin{aligned} \omega &= 97^\circ.28'.17'',4 \\ \Omega &= 59.\ 8.46,4 \\ i &= 68.\ 1.46,4 \end{aligned}\right\}\ 1910,0\quad \text{Osculation 1914, sept. } 28,0$$

$$\log q = 0,0430113$$

Coordonnées équatoriales héliocentriques.

$$\begin{aligned} x &= r\,(9,781\,843)\sin(219^\circ.31'.44'',9 + v), \\ y &= r\,(9,908\,958)\sin(201.14.37,1 + v), \\ z &= r\,(9,994\,792)\sin(117.42.\ 0,0 + v). \end{aligned}$$

Éphéméride pour 12^h, *temps moyen de Paris.*

(Les positions sont rapportées à l'équinoxe vrai de la date.)

	α.	δ.	log γ.	log Δ.
	h m s	° ′		
Oct. 2...	12. 8. 4	+ 43.53,0	0,0682	0,1982
» 6...	12.33.51	+ 41.23,9	0,0608	0,1984
» 10...	12.57.29	+ 38.38,6	0,0545	0,2006
» 14...	13.18.59	+ 35.41,7	0,0495	0,2048
» 18...	13.38.28	+ 32.38,0	0,0459	0,2106
» 22...	13.56. 8	+ 29.31,7	0,0437	0,2178
» 26...	14.12. 9	+ 26.26,0	0,0430	0,2262
» 30...	14.26.44	+ 23.23,2	0,0439	0,2354
Nov. 3...	14.40. 5	+ 20.25,3	0,0462	0,2452

GÉOMÉTRIE. — *Nouveaux invariants projectifs.* Note [1] de M. CHARLES RABUT, présentée par M. P. Puiseux.

Dans la recherche des propriétés projectives des figures, Poncelet n'a pas envisagé systématiquement leurs éléments infinitésimaux. On peut admettre qu'Halphen a ouvert cette voie en exprimant quelques invariants différentiels de l'homographie plane, mais il s'est borné, en tous cas, à une figure unique, la plus rudimentaire, à savoir un seul arc de courbe de longueur infiniment petite. Je me suis proposé de rechercher les propriétés projectives *infinitésimales*, autrement dit les invariants projectifs différentiels, de figures formées d'éléments *en nombre non limité, les uns finis, les autres infinitésimaux*. Je vais faire connaître ici quelques-uns de ces invariants.

I. De même que toutes les propriétés projectives découvertes par Poncelet pourraient se ramener à l'invariance du rapport anharmonique d'un alignement de quatre points à distance finie, de même les invariants projectifs de nature infinitésimale ne sont que des combinaisons de rapports anharmoniques formés avec des segments alignés dont un ou plusieurs sont infiniment petits. *Dans le rapport*

$$\frac{AB.CD}{BC.DA},$$

si l'on suppose AB *infiniment petit, on obtient l'invariant*

$$\frac{AB.CD}{BC.BD};$$

si l'on suppose AB *et* CD *infiniment petits, on obtient l'invariant*

$$\frac{AB.CD}{\overline{BC}^2}$$

qui peut se déduire du précédent. Tous deux sont propres au groupe projectif.

Si l'on suppose AB et BC infiniment petits, on obtient l'invariant de trois points alignés

$$\frac{AB}{BC}$$

[1] Présentée dans la séance du 28 septembre 1914.

qui n'est pas exclusivement projectif, car il appartient à tout le groupe ponctuel.

Au moyen de ces invariants, on peut former les suivants, qui ont pour *sièges* des figures moins élémentaires.

2. Si deux courbes se touchent, le rapport de leurs rayons de courbure au point de contact est un invariant projectif; en d'autres termes, *l'homographie conserve le rapport des courbures de contact.*

3. *Si par un même point passent trois courbes, soient r, r' les rayons de courbure de deux d'entre elles, φ, φ' les angles sous lesquels elles coupent la troisième, le rapport*

$$\frac{r \sin^3 \varphi}{r' \sin^3 \varphi'}$$

est un invariant projectif.

4. *Cette même expression est encore invariante si une droite coupe sous des angles φ, φ', en des points distincts, deux courbes dont les rayons de courbure en ces points sont r, r'.*

5. *Si deux courbes ont une tangente commune, soient r, r' les rayons de courbure aux points de contact, t, t' les distances de ces deux points à un même point marqué sur la tangente, le rapport*

$$\frac{r t'^3}{r' t^3}$$

est un invariant projectif.

6. *Cette même expression est encore invariante si t, t' sont les longueurs de deux tangentes distinctes menées à deux courbes par un point quelconque.*

Les théorèmes 6 et 7 sont respectivement corrélatifs des théorèmes 4 et 5. Le théorème 3 est auto-corrélatif.

7. *Si par les trois sommets d'un triangle passent trois arcs de courbe tangents respectivement aux trois côtés, soient r, r', r'' les rayons de courbure en ces points,* R *le rayon du cercle circonscrit au triangle, le rapport*

$$\frac{r r' r''}{R^3}$$

est un invariant projectif.

Les six théorèmes ci-dessus, concernant les courbures de deux ou trois arcs associés à des droites, sont classés par ordre de simplicité décroissante;

et, à ce point de vue, c'est après eux seulement que vient la propriété suivante d'un arc unique associé à des droites.

8. *Soient, passant par un même point, un arc de courbe, sa tangente et une droite les coupant sous un angle* φ; *de part et d'autre du point de contact marquons sur la tangente deux segments* t, t', *sur la sécante deux autres segments* s, s'; *le rapport*

$$\frac{ss'r\sin\varphi}{(s+s')(t+t')\sqrt{tt'}},$$

où r *est le rayon de courbure au point de contact, est un invariant projectif.*

9. *Une corrélation inverse tout invariant projectif dont elle ne dénature pas le siège, et qui est exprimé par un rapport de longueurs* (*ou de produits de longueurs*). Ainsi (n° 3 ci-dessus) *la corrélation renverse le rapport des courbures de contact.*

10. Corollaire. — *Tout invariant projectif qui satisfait aux conditions du n° 9 et dont la valeur est* ± 1 *est également un invariant corrélatif.* Ainsi *la corrélation conserve l'égalité de deux courbures de contact opposées, la proportionnalité géométrique entre les courbures de trois lignes se touchant en un même point, etc.*

GÉODÉSIE. — *Note sur les triangulations géodésiques complémentaires des hautes régions des Alpes françaises* (*douzième campagne*). Note de M. **P. Helbronner**, présentée par M. Appell.

La campagne 1914, que je prévoyais devoir durer au moins pendant trois mois, fut préparée dès le début de février par une visite personnelle sur le terrain d'opérations afin d'y faire construire ou reconstruire les signaux nécessaires à son exécution méthodique. Elle s'encadre dans les derniers polygones septentrionaux (VIIe et VIIIe) de ma Chaîne méridienne de Savoie, dont les sommets devaient être stationnés à nouveau par moi cette année. Le signal du Môle, notamment, que j'avais fait édifier en 1907 et qui avait été abattu, fut reconstitué et son centre fut aisément retrouvé grâce au repère en bronze que j'y avais fait sceller à cette époque.

Indépendamment des nombreux signaux naturels, des croix et surtout des innombrables balises cadastrales que je savais trouver dans l'étendue des territoires que je devais lever, je fis établir une cinquantaine de grands

signaux en pyramides quadrangulaires de pierres sèches de $1^{m},50$ à 2^{m} de hauteur sur les points culminants ou sur les points remarquables à mi-hauteur. Pour l'édification et la surveillance de ceux-ci, je trouvai une aide remarquable en la personne de M. Dole, inspecteur général des forêts à Annecy. De plus, les remarquables travaux topographiques de M. Robert Perret dans les hautes régions du bassin du Giffre et de ses affluents avaient, depuis plusieurs années, nécessité l'établissement et le repèrement d'un grand nombre de positions qui devenaient ainsi pour mon réseau géodésique, d'une part, et pour la précision des opérations cartographiques de ce savant géographe, d'autre part, des emplacements indispensables de mes déterminations mathématiques.

La campagne débuta dès les premiers jours de juillet par une station fondamentale faite à Samoëns et comportant vingt réitérations sur une trentaine de signaux. Le mauvais temps, presque permanent du mois de juillet, ne permit l'occupation que d'une quinzaine de stations dont les principales eurent lieu : au Buet (3060^{m}), point fondamental de ma Méridienne de Savoie; au sommet du Grenairon (environ 2800^{m}); à la pointe de Nangolon (environ 2130^{m}); à la Tête du Grenairon (environ 1970^{m}); au sommet de la Bourgeoise (environ 1760^{m}); à la Croix des Saix, à la Croix des Sept-Frères, etc. Comme pour les campagnes précédentes, une série de stations furent occupées près des repères du Service de Nivellement général de la France, et plusieurs d'entre elles amorcèrent *la ligne de base de nivellement* que je prévoyais le long de la vallée du Giffre.

Enfin, huit douzaines de clichés photographiques, parmi lesquels un certain nombre de téléphotographies, étaient enregistrées au cours de cette première période de travail qui s'étendit jusqu'au 27 juillet, date à laquelle, prévoyant d'avance la mobilisation générale, j'allais me mettre à la disposition du général à l'état-major duquel j'appartiens.

Le mauvais temps qui contraria continuellement mes opérations sur le terrain, soit par des pluies diluviennes, soit par une nébulosité presque permanente à partir du milieu du jour, me procura, par contre, l'avantage de tenir au courant les reports sur mes schémas au 40000e de toutes les positions occupées et de toutes les directions visées. Il est ainsi ressorti de ces graphiques provisoires, correspondant à ce petit nombre relatif de stations, la détermination de plus de cent nouveaux points trigonométriques de mes réseaux de détail.

BOTANIQUE. — *Sur l'origine botanique des riz cultivés.* Note (¹) de MM. **Aug. Chevalier** et **Olivier Rœhrich**.

La distribution géographique actuelle du riz, céréale cultivée dans la plupart des régions tropicales du globe, et dans quelques pays tempérés, l'ancienneté de sa culture, qui, dès 2800 ans avant notre ère, était déjà répandue en Chine et probablement dans toute l'Asie tropicale et l'Insulinde, ont empêché les botanistes de déterminer si les nombreuses variétés cultivées connues dérivent d'un ou de plusieurs types spécifiques linnéens, et de trouver d'une manière précise leur patrie d'origine.

Les espèces spontanées d'Asie sont distinctes des riz cultivés, sauf l'une d'elles, rencontrée par l'un de nous en Indo-Chine, qui ne s'en sépare pas spécifiquement et dont dérivent très probablement les riz cultivés de presque tous les pays rizicoles, groupés sous le nom collectif d'*Oryza sativa* L.

En Afrique nous avons reconnu l'existence de quatre espèces spontanées d'*Oryza* distinctes des riz cultivés. Toutefois l'une d'elles paraît être, sinon le type originel, du moins une forme très rapprochée de quelques variétés cultivées exclusivement en Afrique occidentale et qui croissent souvent dans les mêmes rizières que les *O. sativa* cultivés typiques, descendants des variétés introduites du Moyen-Orient par les Portugais, il y a quelques siècles.

Nous croyons utile de résumer dès à présent les constatations les plus importantes que nous avons faites.

Les espèces principales étudiées sont au nombre de cinq :

1° *O. latifolia* Desv. = *O. punctata* Kotschy. Nous avons reconnu qu'*O. punctata* du Soudan égyptien était identique à *O. latifolia* de l'Inde. L'un de nous a aussi récolté cette espèce au Dahomey.

2° *O. breviligulata* A. Chev. et Rœhrich = *O. Barthii* A. Chev. (*Journ. d'Agr. trop.*, 1911) *pro parte*. Feuilles étroites (moins de 10^{mm}); ligule courte (3^{mm} à 4^{mm}) oblongue, à bord arrondi, ordinairement indivise; panicule peu fournie, peu ramifiée, raide, serrée, densité 10 (²). Grands épillets (10^{mm} sur 3^{mm}), très caducs; glumelles finement et régulièrement pubescent; arête forte, raide (8^{cm} à 10^{cm}),

(¹) Présentée dans la séance du 7 septembre 1914.

(²) Dans la panicule diffuse et variable des riz, la densité de Svalof est la seule mesure stable. Nous la calculons sur un rameau latéral de la panicule, à partir du point où s'attache le premier épillet de la base.

à large point d'attache coloré, ainsi que l'apiculum de la glumelle supérieure. Anthères $1^{mm},8$. Deux stigmates noirs.

Régions du Soudan inondées par le Niger (Segou, Macina) et marais du Baguirmi (Aug. Chevalier). Pays des Djurs, Soudan égyptien (Schweinfurth).

Un certain nombre de riz spontanés recueillis par l'un de nous en Afrique centrale et en Afrique occidentale se rattachent étroitement à cette espèce, et ne s'en séparent que par l'arête beaucoup moins longue et moins raide. L'un d'eux, recueilli à Kaolack (Sénégal), est remarquable par la présence constante de trois styles et de trois stigmates.

En Afrique occidentale, on trouve à l'état de culture des riz qui se séparent nettement des vrais *O. sativa* cultivés dans les mêmes régions, et qu'il nous semble légitime de rapprocher du type *O. breviligulata*. Les caractères de ligule, de panicule et de densité sont les mêmes [1]; l'arête, même courte, est épaisse, raide, à large attache, souvent colorée; si l'épillet est mutique, les glumelles se terminent par deux épais mucrons souvent colorés, qu'on distingue à première vue des pointes qui terminent les glumelles d'*O. sativa*. Ces riz cultivés doivent se grouper autour d'*O. glaberrima* Stend.; cette forme, à glumelles complètement glabres, est une variété fréquente parmi ces riz cultivés; il existe aussi des variétés à longues glumes; certains types présentent à la fois les deux variations.

3° *O. brachyantha* A. Chev. et Rœhrich = *O. Barthii* A. Chev. *pro parte*. Feuilles étroites (5^{mm}); ligule réduite, indivise, latérale; panicule raide, en grappe simple, sauf quelques courtes ramifications à la base; densité, 11. Épillets très étroits ($8^{mm},5$ sur $1^{mm},5$), caducs. Glumes très petites, presque linéaires. Arête très robuste, épaisse, raide (10^{cm}-20^{cm}). Anthères, $2^{mm},4$. Deux stigmates noirs.

Soudan occidental : Ségou (Chevalier). Soudan égyptien : Pays des Djurs (Schweinfurth). Cette espèce, quoique différant beaucoup d'*O. breviligulata*, a un port très semblable.

4° *O. longistaminata* A. Chev. et Rœhrich = *O. Barthii* A. Chev. *pro parte*. Riz vivace à rhizomes; limbe des feuilles large (10^{mm} à 20^{mm}); ligule de 15^{mm} à 45^{mm} (base), longue, aiguë, divisée en deux lames. Panicule inclinée, à branches écartées du rachis; densité, 15. Épillets étroits (8^{mm} sur $2^{mm},5$), caducs. Glumelles à poils courts et trapus, en files longitudinales sur des tubercules le long des nervures. Arête de 3^{cm}-5^{cm}, fine, flexueuse; apiculum allongé. Anthères de 5^{mm}. Deux stigmates noirs.

Large distribution dans toute l'Afrique tropicale (Sénégal). C'est le riz vivace de Richard-Toll, trouvé par Ammann (*Agr. pr. des pays chauds*, 1911). Il coexiste avec les autres riz spontanés au Niger, au Baguirmi, au Chari, Soudan égyptien (Fürstig), Tanganyika (Zimmermann), Congo belge (F. Gillet).

---

[1] La densité des *O. sativa* cultivés est supérieure à 15.

5° *O. sativa* L. (*sensu lato*). Feuilles étroites; ligule moins longue que dans *O. longistaminata* (5^{mm}-20^{mm}), mais de même forme. Panicule de même forme, de même densité (15). Épillets grêles (7^{mm} sur 2^{mm}), à poils fins non en lignes sur les nervures. Arête de 1^{cm}-5^{cm} fine, apiculum court. Anthères, 2^{mm},6. Deux stigmates noirs.

Spontané en Annam, Cochinchine et Cambodge, où il est considéré par les indigènes comme une mauvaise herbe. Croît sur les terrains inondés à la saison des pluies et dans les rizières humides, après la récolte des riz cultivés (nom vernaculaire : *Lua ma*).

La longueur des anthères de presque tous les riz cultivés varie entre 1^{mm},8 et 2^{mm}. Seuls, certains riz de Madagascar, qu'on ne peut séparer autrement d'*O. sativa*, ont des étamines plus grandes : 2^{mm} à 2^{mm},6. Le type spontané décrit avec 2^{mm},6 est donc peu différent. Les anthères sont encore beaucoup plus grandes dans *O. longistaminata*, espèce voisine d'*O. sativa*, par sa ligule et sa panicule, mais qui s'en sépare complètement par sa pérennité, la pilosité de ses glumelles *et ses étamines longues de* 5^{mm}.

CHIRURGIE. — *Extraction des balles allemandes et des éclats d'obus à l'aide de l'électro-aimant géant.* Note (¹) de M. **Rollet**, présentée par M. Dastre.

Grâce à la Caisse des recherches scientifiques, j'ai fait construire, en 1910, un électro-aimant géant qui m'a permis de pratiquer avec succès de nombreuses extractions de corps étrangers intra-oculaires ou d'aiguilles introduites sous la peau.

Chargé de l'important service des blessés de l'hôpital Desgenettes, j'ai employé cet appareil pour l'extraction des projectiles de guerre. Ces projectiles sont de trois sortes : balle de fusil, éclat d'obus, balle de schrapnell. Les balles françaises en cuivre et les balles de schrapnell français ou allemand, en plomb, ne sont pas magnétiques. Par contre, l'éclat d'obus en fonte est très magnétique, il en est de même pour la balle allemande revêtue d'une enveloppe métallique (ferro-nickel). Ce sont ces deux variétés de projectiles qui peuvent s'extraire par l'aimant.

Mon électro-aimant a une force portante d'au moins 1150^{kg} par 23 ampères sous 110 volts; nous utilisons actuellement 25 ampères. Il attire brusquement la balle allemande qui pèse 10^{g}, à une distance de 11^{cm}.

(¹) Présentée dans la séance du 28 septembre 1914.

Les éclats d'obus, souvent moins volumineux, sont attirés à des distances plus grandes, 15^{cm} environ.

Avec la collaboration de M. Patel, professeur agrégé, nous avons fait quelques expériences et nous avons pu enlever déjà plusieurs projectiles à des blessés.

1° *Recherches expérimentales.* — Expérimentalement, nous avons introduit à l'intérieur des tissus, à des profondeurs variables, ces différents projectiles magnétiques.

Si l'on place sous la peau, dans le tissu cellulaire, une balle allemande ou un éclat d'obus, on voit, à l'approche de l'aimant, la peau se soulever violemment, et si l'on pratique une petite incision vis-à-vis du corps étranger, celui-ci est extériorisé avec la plus grande facilité. Si même l'incision est pratiquée à 4^{cm} ou à 5^{cm} du corps étranger, l'aimant le fait très aisément cheminer au niveau de l'orifice de sortie. Nous avons ensuite placé les corps étrangers dans les masses musculaires. L'aimant, mis en leur présence, soulève la peau, moins fortement que précédemment. En l'introduisant dans les lèvres de l'incision cutanée et dans une fente de l'aponévrose, le corps étranger se mobilise : il chemine difficilement dans les fibres musculaires; avec un peu d'insistance, on le voit se tracer progressivement son chemin, la balle semble écarter les fibres musculaires qui font hernie; l'éclat d'obus les déchire quelque peu; mais, après quelques hésitations, l'extraction s'opère.

Nous avons obtenu les mêmes résultats, en plaçant les projectiles à la face postérieure d'un humérus. L'aimant, disposé sur la face antérieure du bras à travers les lèvres d'une incision cutanée aponévrotique, fait cheminer de la même façon le corps étranger. Il est à remarquer que celui-ci contourne l'os très vite, mais que la traversée musculaire s'effectue toujours avec quelque peine.

2° *Faits cliniques.* — Munis de ces données expérimentales, nous avons essayé l'électro-aimant sur le vivant. Tout d'abord, nous avons obtenu des résultats positifs au sujet de l'existence du corps étranger et de sa localisation. On voit, en effet, la peau se soulever en cône, très pointu, si le corps est sous-cutané, en mamelon large si le corps est intra-musculaire. Dans tous les cas le sujet souffre, il ressent une sensation de déchirure et de douleur très caractéristique.

Nous avons pu extraire à différentes reprises des projectiles, placés sous la peau ou dans les muscles, à l'aide de petites incisions cutanées ou aponévrotiques : l'anesthésie générale ou locale ne devient nécessaire que si les recherches sont présumées un peu longues; la douleur ressentie par le malade, lorsque l'aimant fouille l'incision et que le corps étranger se fraie un chemin à travers le muscle, n'est pas très aiguë. Il est certain que beaucoup de facteurs peuvent intervenir pour rendre l'extraction sur le vivant plus difficile que sur le cadavre; la présence du sang, la contraction musculaire constituent des obstacles qui ne sont pas toutefois insurmontables.

3° *Choix d'un aimant et technique opératoire.* — Cette résistance des tissus, déjà bien connue pour les extractions de corps étrangers intra-oculaires ou d'aiguilles, nous indique qu'il convient de ne pas employer de petits aimants à main, mais un électro-

aimant très puissant. L'appareil doit être, ainsi que le nôtre, très mobile, venant verticalement se placer au-dessus du malade.

Au point de vue de l'instrumentation, comme je l'ai montré jadis, l'acier-nickel est un corps non magnétique. Le chirurgien, pour opérer dans le champ magnétique, aura donc des écarteurs en maillechort, des pinces hémostatiques ou autres instruments en acier-nickel à 25 pour 100.

Conclusions. — Dans la recherche des projectiles magnétiques, l'aimant géant est d'une très grande utilité, son emploi permet souvent un diagnostic par la douleur ressentie et par le bombement des tissus. Il est possible d'enlever, au moins des membres, par de petites incisions, des balles ou des éclats d'obus qui nécessiteraient une intervention chirurgicale véritable. Pour les corps étrangers intra-crâniens, pour les poussières métalliques si souvent rencontrées, l'extraction sera rendue tout à fait possible.

M. le **Président** signale à l'Académie que des expériences analogues à celles de M. Rollet ont été faites par MM. Weiss, Cotton et Bazy, dans un hôpital auxiliaire de Paris.

A 15 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 OCTOBRE 1914.

PRÉSIDENCE DE M. Ed. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOLOGIE. — *Le massif du Moghara, à l'est de l'isthme de Suez.* Note (¹) de MM. **H. Douvillé** et **Couyat-Barthoux.**

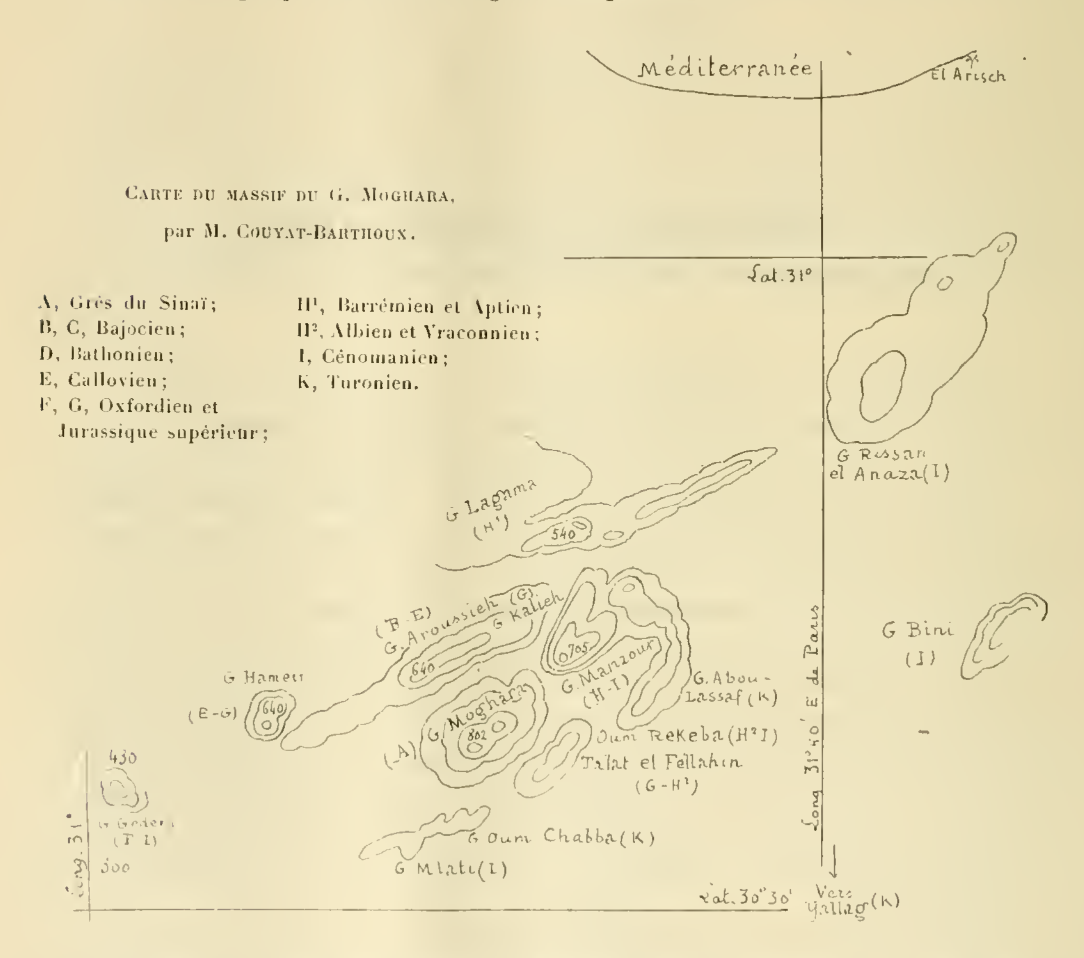
Nous avons rendu compte l'année dernière (*Comptes rendus*, 28 juillet 1913) de la découverte, faite par l'un de nous, d'importants affleurements des terrains triasique, jurassique et crétacé, dans le désert, 80^{km} environ à l'est du lac Timsah, découverte d'autant plus importante que les cartes n'indiquaient dans cette région que du Crétacé et du Tertiaire. La découverte du Jurassique était particulièrement intéressante, par suite de la rareté des affleurements de ces terrains au sud-est de la Méditerranée, les derniers connus jusqu'alors étant ceux de la Tunisie et du Liban. M. Couyat-Barthoux a pu explorer à nouveau cette année la région en question grâce à l'appui qui lui a été donné par la Compagnie du Canal de Suez, ce qui nous permet de compléter et de préciser les observations faites précédemment.

L'isthme de Suez correspond à une dépression comblée par des dépôts pliocènes et miocènes et prolongeant en réalité le golfe de Suez; cette dépression est limitée à l'Est par le prolongement du massif du Sinaï, constitué ici par le Crétacé supérieur et l'Éocène. Ces couches ne sont pas horizontales, mais elles présentent une succession d'anticlinaux où affleurent le Cénomanien et les diverses assises du Crétacé supérieur, tandis que les

---

(¹) Communication faite dans la séance du 5 octobre 1914.

synclinaux sont occupés par l'Éocène; la plupart de ces accidents sont dirigés NEE. C'est un anticlinal du même genre, mais beaucoup plus important, qui fait affleurer des terrains plus anciens dans la région située à l'est d'Ismaïlia. Il a la même direction (N 65° E), et est constitué par un dôme elliptique dont la longueur dépasse 40^{km}. Le centre du dôme



Carte du massif du G. Moghara, par M. Couyat-Barthoux.

correspond au Gebel Moghara qui atteint l'altitude de 802^{m}, tandis que la région environnant le massif ne dépasse guère 300^{m}.

Le G. Moghara est formé en grande partie par les *grès du Sinaï*, compris ordinairement dans l'appellation plus générale de *grès de Nubie;* ces grès représentent le Trias et probablement aussi le Lias. Sur le flanc Nord de l'anticlinal, le terrain jurassique affleure au G. Gédéra (alt. 430^{m}), où il est recouvert par le Crétacé, puis au G. Hameir (alt. 640^{m}), au G. Arous-

sieh (alt. 640^{m}) et au G. Kalieh; il plonge au Nord sous le Crétacé inférieur, peu incliné du G. Lagama, et beaucoup plus fortement sous le G. Manzour (alt. 705^{m}), qui donne une coupe complète du Crétacé jusqu'au Cénomanien. C'est immédiatement au Nord du Moghara, au pied du G. Aroussieh, que se montrent les couches du Jurassique inférieur, tandis qu'aux deux extrémités des affleurements, au G. Gédéra et au G. Kalieh, on observe le Jurassique supérieur plongeant vers la périphérie du dôme et disparaissant rapidement sous le Crétacé.

Sur le flanc Sud, la série des couches est beaucoup moins complète, par suite de discordances, de failles ou d'étirement des couches : au Sud-Est, on voit encore le prolongement du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur, mais immédiatement au Sud, au G. Mlati, le Cénomanien affleure au pied du G. Moghara.

Les couches sont fortement relevées au centre du dôme, mais leur inclinaison diminue progressivement vers la périphérie jusqu'à devenir à peine sensible, et sur divers points du pourtour, le Turonien surmonte le Cénomanien presque horizontal.

M. Couyat-Barthoux a poursuivi avec beaucoup de zèle et de méthode l'exploration de ces affleurements; il a recueilli un grand nombre de fossiles souvent très bien conservés, et leur détermination a permis de reconnaître la succession des couches suivantes :

A. Les grès à débris végétaux du G. Moghara représentent le prolongement des *grès du Sinaï*. Cette formation gréseuse fait partie de l'ensemble complexe désigné habituellement sous le nom de *grès de Nubie*. Vers la partie supérieure, ils semblent passer par des alternances de grès et de marnes à des couches fossilifères d'âge bajocien; cette partie supérieure serait ainsi d'âge liasique, tandis que la masse principale représenterait le Trias. Cette disposition rappelle tout à fait celle des grès inférieurs de Madagascar, qui, en grande partie triasiques, sont au sommet d'âge liasique et passent progressivement au Lias supérieur.

B. Les premières couches fossilifères sont des calcaires grisâtres qui, par les caractères de leur faune, doivent être rattachés au *Bajocien inférieur : Perisphinctes Martinsi*, *Cœloceras Humphriesi*, *Pholadomya Murchisonæ*, *Terebratula fimbria*, *Rhynchonella Edwardsi*, *Thamnastrea*, *Montlivaultia*. Il faut ajouter quelques autres Ammonites ayant exactement la forme et l'ornementation de *Cœloceras Listeri*, *Sphæroceras contractum*, *Sph. Sauzei*, mais en différant pour l'interruption des côtes dans la région siphonale.

C. Le *Bajocien supérieur* est représenté par des calcaires jaunes très fossilifères avec intercalations de marnes où les fossiles plus rares, primitivement pyriteux, sont transformés en limonite : *Cœloceras Braikenridgei*, *Lissoceras oolithicum*, *Oppelia subradiata*, *Œcotraustes subfuscus*, *Oxynoticeras Desori*, *Ancyloceras tenue*, *Patoceras Teilleuxi*, *Terebratula Phillipsi*, *Ter. perovalis* et plusieurs formes nouvelles.

D. Le Bathonien paraît surtout fossilifère dans ses assises les plus élevées qui se distinguent assez difficilement du Callovien : *Oxynoticeras Hochstetteri*, *Pholadomya Aubryi*, *Eudesia cardium*.

E. Le Callovien est représenté par *Strygoceras* cf. *pustulatum*, *Heligmus Rollandi*, *Pholadomya carinata*, *Liogryphea* cf. *sublobata*, *Rhynchonella Orbignyi*, *Anabacia orbulites* et nombreux polypiers.

Une assise est remarquable par une grande abondance de petits mollusques Gastropodes (*Littorina* du groupe du *Thouetensis*, *Cérithidés*, *Discohelix*) et Lamellibranches (*Leda*, *Nucula*, *Astarte*).

F. C'est à l'Oxfordien inférieur qu'il faut attribuer les calcaires lithographiques du G. Hameir et ceux qui couronnent le G. Aroussieh; ils ont fourni seulement de petites Bélemnites indéterminables et des empreintes d'Ammonites (*Pachyceras*).

G. L'Oxfordien supérieur est très fossilifère au G. Kalieh, et sa faune rappelle beaucoup celle des mêmes niveaux de l'Europe occidentale : *Phylloceras Zignoi*, *Perisphinctes Martelli*, *P.* cf. *plicatilis*, *P.* cf. *birmensdorfensis*, *Aspidoceras babeanum*, *Nautilus giganteus*, *Myoconcha Rathieri*, *Ctenostreon proboscideum*, *Pecten fibrosus*, *P. Orontes*, *Arctostrea amor* (*eruca* Defr.), *Terebratula bicanaliculata*, *T. Lamberti*, *Zeilleria Parandieri*, *Collyrites*, *Rhabdocidaris copeoides*, *Millericrinus echinatus*, Polypiers, Spongiaires (Hexactinellides), etc.

L'échantillon de *Lytoceras Liebigi* signalé dans la Note précédente reste isolé; l'existence d'assises jurassiques plus récentes que l'Oxfordien supérieur reste donc encore indécise.

H. Le Crétacé inférieur est largement représenté et très fossilifère; il est constitué par des calcaires à oolithes ferrugineuses très petites et très abondantes à la base (H^1), plus grosses et plus rares dans le niveau moyen (H^2) et disparaissant au sommet. Le niveau inférieur lui-même paraît renfermer deux faunes assez difficiles à séparer sur le terrain. Il est bien développé au

G. Lagama, et les espèces qui en proviennent sont les unes barrémiennes, les autres aptiennes. On doit attribuer notamment au Barrémien les espèces suivantes : *Phylloceras Thetys*, *Desmoceras difficile*, *Costidiscus recticostatus*, *Pulchellia Saundersoni*, *Crioceras* (grande espèce ayant le même développement et la même ornementation que l'*Hoplites Feraudi* du Barrémien des environs de Nice), *Tylostoma*, *Glauconia*, *Sphæra cordiformis*; c'est le niveau des grandes Trigonies : *Tr. plicatocostata*, *Tr. Picteti*, *Tr. pseudo-crenulata*, *Tr.* cf. *excentrica* (forme plus carénée que le type).

L'Aptien est bien caractérisé par *Douvilleiceras Cornueli*, *Puzosia Matheroni*, *Pterocera Beaumonti*, *Orbitolina discoidea*.

H². Un niveau plus élevé, à oolithes ferrugineuses plus grosses et de plus en plus rares, a fourni de beaux échantillons de *Knemiceras syriacum* associé à *Puzosia latidorsata*, *Douvilleiceras mamillatum*, *Protocardium hillanum*, *Enallaster*; c'est l'Albien supérieur ou Vraconnien; l'âge de ces couches est ici bien déterminé puisqu'elles sont immédiatement recouvertes par des assises à *Orbitolina concava*.

I. Le Cénomanien inférieur est représenté par des couches jaunâtres où abonde de l'*Orbitolina concava*, petite au G. oum Rekeba, de grande taille au G. Mlati; elles renferment en outre de nombreux Mollusques, *Pyrazus* cf. *Guerangeri*, *Pseudoneptunea*, *Uchauxia*, *Trigonia* cf. *crenulata*, *Tr. neglecta*, *Exogyra flabellata* et, en outre, *Aspidiscus cristatus*.

Un niveau plus élevé comprend les calcaires blanchâtres avec *Mantelliceras laticlavium* et grands *Neithea quadricostata* du sommet du G. Manzour, les couches à Rudistes de Rissan el Anaza et d'Yallag, caractérisées par *Biradiolites Zumoffeni* et *Eoradiolites irregularis*, ainsi que les calcaires à *Caprines* du G. Gédéra.

Ce Cénomanien, en couches peu inclinées, forme la bordure du dôme à l'Est, au Sud et au Nord-Ouest; il est recouvert sur quelques points par le Turonien.

K. Le Turonien est principalement représenté par des calcaires à Rudistes, *Hippurites Grossouvrei* au G. oum Chabba, *Durania* cf. *farafrahensis* à Abou Lassaf; ce fossile est accompagné de l'*Acanthoceras Deveriæ*.

Le résumé rapide que nous venons de faire montre le grand intérêt de la découverte très inattendue faite par M. Couyat-Barthoux, au nord de la presqu'île du Sinaï. Elle nous dévoile la constitution du rivage Sud de la mer qui, à l'époque secondaire, prolongeait vers l'Est la dépression médi-

terranéenne. Ce jalon est particulièrement précieux pour l'époque jurassique, bien incomplètement représentée dans toute la région, les seuls affleurements connus étant un peu plus au Nord, ceux de l'Hermon et du Liban, et loin à l'Ouest ceux de Tunisie; les affinités de la plupart de ces faunes avec celles de l'Europe occidentale sont tout à fait remarquables.

Le terrain crétacé présente une grande analogie avec celui du Liban, dont il est le prolongement; les couches inférieures sont seulement plus développées et mieux caractérisées. La découverte de fossiles du Barrémien et de l'Aptien, aussi bien caractérisés que les Ammonites, a une importance toute spéciale.

Il faut signaler également l'extension, vers le sud et jusqu'à l'ouest de l'isthme au G. Chebrouet, du *Knemiceras syriacum*, qui précédemment n'était connu qu'au Liban.

Ces formations inférieures du Crétacé ne s'étendent pas vers le Sud; elles sont recouvertes transgressivement par le Cénomanien, mais cette transgression semble avoir continué pendant toute la fin de l'époque crétacée, et c'est en réalité le Danien qui s'est avancé le plus au Sud dans le nord de l'Afrique. Par suite de cette transgression, les terrains plus anciens sont normalement recouverts, de là la rareté de leurs affleurements; ils n'apparaissent que dans les accidents qui ramènent à la surface les couches profondes et qui constituent en réalité de véritables fenêtres.

ÉLECTRICITÉ. — *Nouveau diagramme des alternateurs à pôles saillants.* Note [1] de M. André Blondel.

Les considérations développées dans une précédente Note [2] sur les alternateurs, avec entrefer important entre l'induit et l'inducteur, peuvent se traduire par la construction d'un diagramme. La méthode graphique mettra plus visiblement en évidence l'influence de la saturation des inducteurs et de l'induit, qui, dans les formules, résulte seulement de la présence des réluctances variables $\mathcal{R}_a$ et $\mathcal{R}_i$ et des coefficients variables v_1, v_2, v_3.

Pour établir ce diagramme, j'applique la construction fondamentale des

[1] Reçue dans la séance du 28 septembre 1914.

[2] *Analyse des réactions d'induit dans les alternateurs* (*Comptes rendus*, t. 159, 29 juin 1914, p. 1961).

forces électromotrices de réactions directe et transversale [1] et la définition que j'ai donnée plus récemment de la force électromotrice joubertique [2]. On étudiera comme cas général un alternateur polyphasé d'un nombre quelconque de phases, et l'on ne considérera que l'harmonique fondamental des flux inducteur, induit et résultant, ce qui permet d'attribuer à ces flux une répartition sinusoïdale et d'appliquer aux calculs des

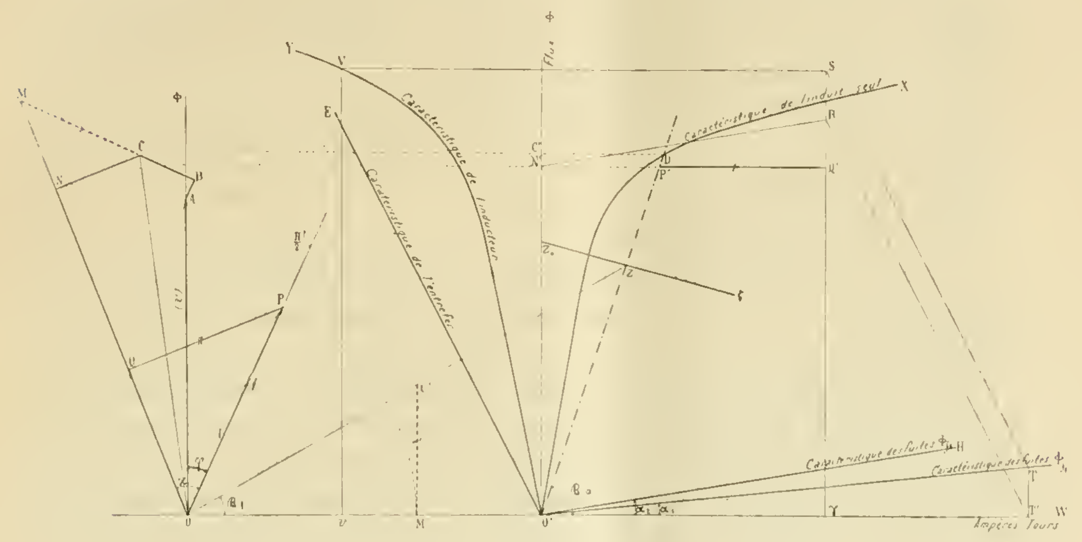


Fig. 1. — Diagramme des alternateurs à pôles saillants.

forces électromotrices et des flux les coefficients K et k que j'ai définis antérieurement [3].

Diagramme des forces électromotrices. — Soient respectivement U la différence de potentiel aux bornes d'une phase de l'alternateur, I le courant débité par cette phase, φ l'angle de décalage extérieur (angle de retard de I compté à partir de U, suivant la Convention internationale).

Supposons connue la résistance r' d'une phase, égale à la résistance ohmique augmentée d'une quantité convenable, tenant compte de l'effet

---

(1) Cf. *Théorie empirique des alternateurs* (*Industrie électrique*, novembre-décembre 1899).

(2) Cf. *Comptes rendus*, 17 février 1913.

(3) *Propriétés des champs magnétiques tournants* (*Éclairage électrique*, 10, 17, 24 août 1895) et *Théorie des alternateurs* (*Congrès international des Électriciens*; Saint-Louis, 1904, t. I, p. 654).

équivalent des courants de Foucault et hystérésis produits par les courants induits; l_{f_3} le coefficient de self-induction représentant l'effet des fuites de l'induit dans les parties des enroulements extérieures au fer de l'armature; L_t le coefficient de self-induction transversale représentant l'effet équivalent du flux de réaction transversale sur l'enroulement induit. Portons sur un axe vertical $O\Phi$ un vecteur $\overline{OA}$ représentant la tension aux bornes U, et sur une direction $\overline{OP}$ décalée en arrière de l'angle φ (qui représente le décalage de phase extérieur), un vecteur I représentant le courant I débité dans une des phases de l'alternateur.

A partir du point A, on construit d'abord le triangle ABC formé de deux vecteurs :

$\overline{AB} = r'I$, parallèle à OP;

$\overline{BC} = \omega l_{f_3} I$, perpendiculaire à OP.

Le vecteur résultant $\overline{OC}$ représente la force électromotrice totale qui doit être produite dans l'induit pour pouvoir faire apparaître aux bornes la tension U.

Si, en prolongement de $\overline{BC}$, on porte $\overline{CM} = \omega L_t I$, le point M détermine la direction OM du vecteur de la force électromotrice interne directe; la longueur $\overline{OM}$ représente la force électromotrice joubertique, c'est-à-dire celle qui devrait exister dans l'alternateur s'il suivait la loi simple de Joubert; l'angle POM détermine le décalage interne correspondant au décalage externe φ donné. En abaissant sur cette direction OM la perpendiculaire CN, on obtient les vecteurs de la force électromotrice directe $\overline{ON}$ et de la force électromotrice transversale $\overline{CN}$.

Si, d'autre part, on porte sur la direction du vecteur du courant une longueur $\overline{OP} = AI$ représentant les ampères-tours produits par l'ensemble de l'enroulement induit [1] et qu'on projette OP sur OM, on obtient deux nouveaux vecteurs :

---

(1) Avec $A = \frac{KN\sqrt{2}}{2p}$,

$$K = \left(\frac{2}{\pi}\right)^2 k,$$

k étant le coefficient applicable au calcul des forces électromotrices

$$E = \frac{k\omega N}{2q\sqrt{2}} \Phi 10^{-8},$$

N le nombre total de fils périphériques de l'induit, q le nombre de phases.

$\overline{OQ}$ représentant les ampères-tours wattés, en phase avec la force électromotrice produisant la réaction transversale;

$\overline{QP}$ représentant les ampères-tours déwattés, produisant une réaction directe opposée aux ampères-tours inducteurs.

Diagramme des excitations. — Pour construire ce diagramme des forces électromotrices et ampères-tours et le compléter par le calcul de l'excitation, il est nécessaire de se servir des caractéristiques.

Supposons donc qu'on ait calculé ou déterminé les caractéristiques suivantes : la caractéristique O′X de l'induit seul (y compris les dents); la caractéristique O′Y de l'inducteur seul; la caractéristique O′E de l'entrefer; celle O′T des fuites f_1 entre pièces polaires et celle O′H des fuites f_2 entre les dents de l'armature.

Ces courbes caractéristiques sont obtenues en portant en abscisses à droite de l'origine O′ (ou à gauche pour les courbes OY, OE) les ampères-tours d'excitation et en ordonnées suivant O′Φ′ les flux correspondants.

Pour rattacher ce diagramme à celui des forces électromotrices, on prend une échelle des flux telle que le flux (calculé pour un champ) soit représenté par la même longueur que la force électromotrice induite qu'il peut produire dans l'induit, c'est-à-dire telle que le vecteur OA représente le flux capable de produire la tension aux bornes U; suivant la relation

$$\overline{OA} = U\,\frac{2q\sqrt{2}}{k\omega N}\,10^8,$$

en appelant N le nombre de fils périphériques de l'induit, ω la vitesse de pulsation, k le coefficient d'enroulement ([1]), $2p$ le nombre de pôles, q le nombre de phases.

Toutes les lignes du diagramme des forces électromotrices représentent ainsi des flux à l'échelle des flux. En particulier, la résultante $\overline{OC}$ des vecteurs $\overline{OA}$, $\overline{AB}$, $\overline{BC}$ représentera le *flux résultant* dans l'armature

$$\overline{OC} = \Phi_R = \frac{2q\sqrt{2}}{k\omega N}\left|\overline{U} + \overline{rI} + \overline{\omega l_{f_3} I}\right| 10^8.$$

État magnétique résultant de l'induit. — Portons ce vecteur OC sur la caractéristique OX de l'induit seul (O′C); le point d'intersection D définit

([1]) Toutes les formules de la présente Note sont exprimées en unités pratiques.

l'état magnétique résultant de l'armature, et la droite O'D issue de l'origine O' forme avec l'axe horizontal un angle β_a tel que $\tang \beta_a = \mathfrak{P}_a$, en appelant $\mathfrak{P}_a$ l'inverse de la réluctance magnétique de l'induit seul (on continue à évaluer ici les réluctances non pas en œrsteds, mais en ampères-tours par maxwell).

Si tout en conservant la même force électromotrice interne $\overline{OC}$, on fait varier le décalage interne, et par conséquent les vecteurs $\overline{CN}$ et $\overline{ON}$, le point représentatif du flux direct de l'induit se déplace, non pas sur la caractéristique O'X, mais sur la droite O'D; bien que les contre-ampères-tours directs soient variables, la réluctance de l'induit ne change pas. La droite O'D caractérise donc l'état de l'induit défini par la force électromotrice OC [1].

La self-induction transversale dépend de l'état de saturation des parties de fer par lesquelles se ferme le flux transversal, c'est-à-dire de l'induit et des pièces polaires des inducteurs. En première approximation, on peut, comme je l'ai indiqué antérieurement, lui attribuer une valeur constante égale à sa valeur moyenne et représenter la *perméance* $\mathfrak{P}_t$ correspondante du parcours total du flux transversal (fuites comprises) par le coefficient angulaire $\tang \beta_t$ d'une droite OZ tracée par O.

En seconde approximation, on peut remarquer que les pièces polaires des inducteurs sont parcourues par le flux total sortant des inducteurs, et, en négligeant la correction qu'entraînera plus tard la distorsion des lignes de force dans ces pièces polaires, admettre que la réluctance qu'elles offrent au passage du flux transversal est elle-même simplement fonction du flux total pénétrant dans l'induit et, par suite, une fonction du coefficient angulaire de O D. La perméance du circuit magnétique transversal peut alors être considérée comme une variable, fonction de ce coefficient angulaire, et représentée par le coefficient angulaire de la seconde droite O'Z passant d'une part par un point fixe quelconque O (confondu ici, pour simplifier, avec le pôle du diagramme des forces électromotrices) et par un point Z convenablement choisi sur la première droite O'D. Le lieu du point Z quand la droite O'D tournera autour de O' sera une courbe $Z_0 z$, convenablement déterminée par le calcul ou par l'expérience; pour toute position de O'D, il suffira de prendre l'intersection Z de cette

---

[1] Dans beaucoup de questions où l'on ne cherche pas une précision rigoureuse, on peut négliger le triangle ABC et confondre OC avec OA, différence de potentiel aux bornes, ce qui simplifie encore davantage la question.

dernière droite avec la courbe $Z_0 z$ et de joindre OZ pour en déduire le coefficient angulaire

$$\mathfrak{P}_t = \text{tang}\,\beta_t = \text{tang}\,ZOO'.$$

Comme

$$\mathfrak{P}_t = \frac{\Phi_t}{0,4\,\pi A t} = \frac{1}{0,4\,\pi A}\,\frac{2\,pq\sqrt{2}}{k N \omega}\,\omega L_t\,10^8 = \frac{pq L_t}{\pi K k N^2}\,10^9,$$

on peut en déduire L_t lui-même (self transversale).

Cette construction permet de déterminer le vecteur $\overline{CM}$ du diagramme des forces électromotrices; il suffit de prendre $\overline{OM'} = \overline{OP}$ (qui représente les ampères-tours), de tracer par M' une verticale et de faire $\overline{CM} = \overline{C'M'}$. Je montrerai ultérieurement comment on peut tracer la courbe $Z z$.

Enfin, en troisième approximation, on pourra étudier la répartition du flux transversal et le recalculer d'après la saturation en chaque point [1].

Excitation totale de l'alternateur pour le régime considéré. — L'excitation des inducteurs doit faire passer dans la réluctance de l'induit le flux $\overline{ON}$ et compenser en outre les ampères-tours directs $\overline{QP} = AI_d$.

Rabattons donc le vecteur ON sur l'axe des flux en O'N'; la parallèle à l'axe des abscisses, menée de N', coupe, la droite OD en P'. Portons sur le prolongement de N'P' un vecteur

$$P'Q' = PQ;$$

N'Q' représente les ampères-tours directs totaux nécessaires pour faire traverser l'induit seul par le flux ON. Le flux à faire passer dans l'entrefer est majoré des fuites f_2 produites à l'entrée des dents de l'induit [2]; il

---

[1] Voir à ce sujet un Mémoire de M. C.-F. Guilbert (*L'Éclairage électrique*, t. XXXIV, 1903, p. 415).

[2] En réalité, il y a des fuites un peu sur toute la hauteur des dents, mais nous supposons toutes ces fuites concentrées entre les bords extérieurs des dents, car on est sûr, de cette manière, d'avoir pour ces fuites une valeur maxima; on se donne ainsi un coefficient de sécurité dans le calcul de la machine. Il serait d'ailleurs bien trop compliqué de les localiser ailleurs, car il faudrait alors attribuer à l'entrefer une partie de la longueur des dents elles-mêmes, formées d'un fer dont la saturation est variable et mal connue. On serait ainsi conduit à remplacer la caractéristique d'entrefer O'E par une caractéristique courbe; il serait toujours possible de faire les constructions indiquées en traçant des lignes parallèles à cette caractéristique, mais la complication qui en résulterait enlèverait tout intérêt pratique à la méthode, sans accroître réellement le degré de précision du calcul.

suffit donc de mener de N′ une parallèle à la droite OH caractéristique des fuites de denture f_2, qui coupe en R l'ordonnée du point Q′; on aura

$$\overline{Q'R} = \Phi_{f_2}.$$
$$\overline{rR} = \Phi_e.$$

Les ampères-tours rT' nécessaires pour l'entrefer s'en déduisent en menant du point R une parallèle RT′ à la caractéristique de l'entrefer jusqu'à l'axe des abscisses. En ajoutant en ordonnées un segment

$$RS = TT' = \Phi_{f_1}$$

obtenu par l'intersection avec l'ordonnée de T′ de la droite des fuites entre pièces polaires, on obtient le flux passant dans l'inducteur

$$rS = \Phi_i.$$

Il suffit de mener une parallèle SV à l'axe des abscisses jusqu'à la rencontre avec la caractéristique OY de l'inducteur; l'abscisse O′v de cette intersection détermine les ampères-tours d'excitation pour le parcours du flux dans l'inducteur. En définitive, l'excitation totale exige, sur l'inducteur, des ampères-tours :

$$vO' + O'r + rT' = vT'.$$

Le régime intérieur de la machine qui correspond au débit d'un courant I, sous une différence de potentiel aux bornes U, est sous l'angle de décalage φ et est donc ainsi complètement déterminé. Ce graphique met en évidence tous les éléments composants et leur influence relative.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un de ses Membres, qui devra faire partie de la *Commission administrative de la Fondation Carnegie*.

M. G. **Darboux** réunit l'unanimité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la désignation de deux de ses Membres qui devront faire partie du *Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique* pour l'année 1914-1915.

MM. H. **Léauté** et H. **Le Chatelier** réunissent l'unanimité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

M. le général **Galliéni** accuse réception de la liste des Commissions de la Défense nationale qui lui avait été adressée par l'Académie.

M. J. **Mawas** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

ASTRONOMIE. — *Détermination de la différence de longitude entre Paris et Nice par T. S. F.* Note [1] de M. B. **Jekhowsky**, présentée par M. Appell.

Grâce à l'appui de M. l'amiral Fournier et de M. le général Bassot, auxquels j'exprime ma profonde reconnaissance, j'ai pu appliquer les méthodes préconisées par MM. A. Claude, G. Ferrié et L. Driencourt, à la détermination de la longitude de Nice. Les observations astronomiques ont été faites à Paris et à Nice à l'aide de l'astrolabe à prisme (modèle géodésique) par la méthode dite « de l'œil et de l'oreille ». Les comparaisons radiotélégraphiques ont été effectuées d'après la méthode Claude, Ferrié, Driencourt [2]. La marche des chronomètres a été contrôlée avant et après les observations astronomiques par les pendules : des comparaisons ont été faites au commencement et à la fin de chacune des séries d'observations. Ces comparaisons ont été effectuées lors même qu'on n'avait pas d'observations.

---

[1] Présentée dans la séance du 5 octobre 1914.

[2] Claude, Ferrié et Driencourt, *Emploi de la télégraphie sans fil pour la détermination des longitudes* (*Revue générale des Sciences*, numéros des 15 et 30 juillet 1911).

Entre les deux séries d'observations astronomiques d'une soirée, on intercalait la comparaison des chronomètres de Paris et de Nice par les signaux radiotélégraphiques émis tous les jours par la tour Eiffel.

J'ai obtenu en moyenne quatorze coïncidences par soirée avec la précision de $\frac{1}{100}$ de seconde.

J'ai utilisé pour la détermination de la longitude les soirées où j'ai pu observer en même temps que l'observateur conjugué, M. le commandant Lamotte. Ce sont les soirées des 3, 6, 31 mai et 5 juin.

Pour la détermination de la latitude je me suis servi de toutes mes observations, c'est-à-dire en plus des soirées des 17 mai et 4 juin.

Les calculs ont été faits suivant les prescriptions données dans l'Ouvrage *Description et usage de l'astrolabe à prisme* (1), par MM. A. Claude et L. Driencourt. Ces calculs ont été entièrement vérifiés. Voici les résultats obtenus :

Dates. 1912.	Nombre d'étoiles horaires observées.	Différence de longitude des points d'observation.	Corrections géodésiques pour ramener les longitudes du point d'observation à celui du repère de chaque observatoire.	Différence de longitude entre Montsouris et Nice.
		h m s	s s	h m s
Mai 3 (2)........	7	0.19.51,384	+ 0,022 + 0,079	0.19.51,485
» 6...........	7	0.19.51,353	»	0.19.51,454
			Moyenne..	0.19.51,470
Mai 31 (3)........	12	0.19.51,400	— 0,020 + 0,134	0.19.51,514
Juin 5...........	10	0.19.51,402	»	0.19.51,516
			Moyenne...	0.19.51,515

La moyenne de ces deux nombres donne la différence de la longitude affranchie des erreurs personnelles, soit :

	h m s
Différence de longitude entre Montsouris et Nice......	0.19.51,492
Longitude Paris-Montsouris........................	—0,288
Différence de longitude Paris-Nice..................	0.19.51,204

En ce qui concerne l'erreur moyenne de chaque série d'observations, je l'ai déterminée d'après le graphique lui-même, en appréciant le déplacement maximum du centre du cercle enveloppe dans tous les sens.

(1) Gauthier-Villars, éditeur.

(2) M. B. Jekhowsky, à Paris.

(3) M. B. Jekhowsky, à Nice.

Ce déplacement dans le sens des x ne dépasse pas $\pm 0^s,09$, et en moyenne $\pm 0^s,07$.

La méthode des moindres carrés donne, par exemple, pour la série du 5 juin :

	x.	δx.	y.	δy.
Calcul par la méthode des moindres carrés.	$-0^s,09$	$\pm 0^s,04$	$-18'',6$	$\pm 0'',3$
Méthode graphique......................	$-0,03$	$\pm 0,09$	$-18,6$	»

δx et δy désignent les erreurs moyennes des coordonnées x et y.

Il faut remarquer que les écarts obtenus, soit par la méthode des moindres carrés, soit par toute autre méthode, comprennent les erreurs de positions d'étoiles. On peut admettre que l'influence des erreurs de ces positions sur la détermination du zénith de l'observateur diminue avec le nombre d'étoiles observées.

Pour déduire l'erreur moyenne finale de la différence de longitude, j'ai admis, comme erreur moyenne des observations de M. le commandant Lamotte, la même erreur que la mienne.

J'ai conclu, pour la différence de longitude Paris-Nice,

$$0^h\,19^m\,51^s,204 \pm 0^s,06.$$

Observations faites à Nice.

Dates. 1912.	Séries.	Nombre d'étoiles circomméridiennes.	C. Colatitude conclue des observations.	p poids.	P. C.	Δ résidus.	Δ^2
Mai 31......	1	2 T. B.	46°.16'.41'',2	2	82'',4	$-0'',4$	0'',04
» 31......	2	3 B.	46.16.40,7	2	81,4	$+0,3$	0,09
Juin 4......	1	3 A. B.	46.16.40,7	1	40,7	$+0,3$	0,09
» 4......	2	5 B. et T. B.	46.16.40,6	3	121,8	$+0,4$	0,16
» 5......	1	5 B. et T. B.	46.16.41,4	3	124,2	$-0,4$	0,16
					450,5		0,54
Moyenne pondérée...........			46.16.41,0		41,0		0,11
Correction géodésique pour ramener ces observations à l'origine des coordonnées de l'Observatoire de Nice..........................			$+2,1$				
Colatitude......................			46.16.43,1				
Erreur probable..................			$\pm 0,2$				

Observations faites à Montsouris.

Dates. 1912.	Séries.	Nombre d'étoiles circom-méridiennes.	C. Colatitude conclue des obervations.	p poids.	p. C.	Δ résidus.	Δ².
			° ′ ″		″	″	″
Mai 2......	2	4 B.	41.10.42,2	2	84,4	−0,5	0,25
» 3......	2	3 B.	41.10.41,8	1	41,8	−0,1	0,01
» 6......	2	4 T. B.	41.10.41,9	3	125,7	−0,2	0,04
» 17......	1	5 B.	41.10.41,8	3	125,4	−0,1	0,01
» 17......	2	7 B.	41.10.41,0	3	123,0	+0,7	0,49
					500,3		0,80
Moyenne pondérée...........			41.10.41,7		41,7		0,16
Correction géodésique pour ramener ces observations à l'origine des coordonnées de l'Observatoire de Montsouris.....................			+0,4				
Colatitude.......................			41.10.42,1				
Erreur probable..................			±0,3				

GÉOLOGIE. — *Un volcan pliocène au chott Tigri.* Note (1) de M. E.-F. Gautier.

Le chott Tigri est, dans le Maroc oriental, à 150^{km} environ au nord de Figuig, tout près de la frontière algérienne. Le Service géographique en a déjà publié une bonne carte au $\frac{1}{200000}$, édition provisoire, feuille n° 74.

Sur cette carte, au nord du chott, vers le croisement de 4 grades 55 minutes de longitude ouest, et 36 grades 50 minutes de latitude, se trouve un point appelé Garet-Zerga; en ce point au printemps 1914, au cours d'une mission dont m'a honoré le Ministère de l'Instruction publique, j'ai recueilli des échantillons d'une lave, qui a été étudiée au Laboratoire de Minéralogie du Muséum par M. A. Lacroix, et qui est une néphélinite. J'ai recueilli aussi des échantillons de scories volcaniques.

Garet-Zerga est un morceau de la grande falaise, haute en moyenne de 80^{m}, qui borde au Nord la dépression du Tigri. Cette partie se distingue

(1) Reçue dans la séance du 28 septembre 1914.

du reste par une coloration foncée très distincte de loin, qui lui vaut son nom (la Butte bleue), et qui est due aux laves.

La falaise dénudée, très raide, est une section nette, grâce à laquelle on se rend facilement compte de la stratigraphie.

La base, jusqu'aux deux tiers de la hauteur, est constituée par les couches rouges, auxquelles M. G.-B.-M. Flamand a donné le nom de *terrain des Gour*, et auxquelles il attribue un âge oligo-miocène.

Là-dessus, en discordance bien nette, repose la lave; en coulée horizontale, d'une quinzaine de mètres d'épaisseur à Bab-ez-Zerga, où j'ai prélevé les échantillons. En ce même point de Bab-ez-Zerga, la coulée de lave passe latéralement à une brèche à ciment argileux, dont les éléments sont, avec des blocs de lave, des scories.

Plus ou moins continue, cette coulée de lave, bien reconnaissable de loin à sa couleur, couronne le terrain des Gour en chapiteau horizontal, sur une très grande étendue, au sommet de la falaise, entre Trik-Beïr-Beïr et Bab-er-Rich, c'est-à-dire environ sur 5^{km}.

Au-dessus d'elle, mais seulement par places, j'ai observé à Bab-ez-Zerga une couche épaisse de quelques mètres d'une croûte calcaire blanche, qui est bien connue des géologues, et que M. G.-B.-M. Flamand attribue au Pliocène. Cette croûte paraît en concordance stratigraphique avec la coulée de lave; elle fait souvent défaut; il est possible qu'en certains points la coulée de lave passe latéralement à la croûte pliocène.

Je n'ai observé nulle part de cheminée volcanique, mais j'ai fait sur le terrain un séjour beaucoup trop court.

Un volcan d'âge apparemment pliocène, représenté par des coulées de lave et des scories, c'est un cas assez rare en Algérie. Pourtant un autre volcan, qui peut être considéré vaguement comme contemporain, est connu depuis longtemps dans la même région frontière de l'Algérie et du Maroc (Tifarouïne, près Beni-Saf, à l'ouest d'Oran : Cf. Gentil, *Esquisse stratigraphique et pétrographique du bassin de la Tafna;* Alger, 1902, p. 391 et suiv.).

Le volcan de Garet-Zerga, situé sur la grande falaise nord du Tigri, paraît en relation avec des effondrements qui auraient rajeuni cette cuvette fermée, et qui seraient donc approximativement pliocènes. Le Tigri fait partie d'une famille de chotts qui ont une ceinture de falaises. Les Zahrez, le Hodna, le Melr'ir, le Djérid, etc., tous les chotts sans exception de l'Algérie centrale, orientale et de la Tunisie, sont bordés par des plages. Au contraire, tous les chotts sans exception de la frontière algéro-maro-

caine sont bordés par des falaises, le Tigri, le Rar'bi, le Chergui. De ce groupement, qui est très net, on n'a jamais proposé d'explication.

Est-il absurde de supposer que le relief accusé de ces falaises est en relation avec un rajeunissement, par des effondrements relativement récents? En tout cas, ce n'est pas une hypothèse, mais bien un fait, que la frontière algéro-marocaine a le monopole à la fois des volcans pliocènes et des falaises bordières de chotts.

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Présence de chondres dans la Caillite; conséquences pour le mode de formation des fers météoriques.* Note de M. **Stanislas Meunier**.

La substance de plusieurs fers météoriques du type *Caillite*, renferme des granules noirs dont le diamètre varie d'un cas à l'autre, de $0^{mm},2$ à 2^{mm}. Je les ai déjà signalés en 1893 dans ma *Revision de la Collection du Muséum;* aucun auteur ne semble les avoir observés depuis et j'y reviens parce que la signification m'en avait en partie échappé. Ils sont spécialement nombreux dans les masses de Charcas (Mexique), Caille (Var), Augustinowka (Russie), etc.

La conclusion des études que je vais résumer, c'est que ces corpuscules correspondent, dans la structure (et par conséquent dans l'histoire) des météorites métalliques, aux *chondres* si célèbres des météorites pierreuses. Pour en reconnaître la manière d'être et les relations avec les minéraux qui leur sont associés, j'ai eu recours surtout à de magnifiques photographies, au grossissement de 20 diamètres et dont je joins trois spécimens à la présente Note. Je les dois, avec la plus vive reconnaissance, à M. le Dr Latteux, correspondant du Muséum national et possesseur d'une des plus belles collections de météorites du monde, qui a bien voulu les obtenir sur ma demande à l'aide d'ingénieux dispositifs dont il est l'auteur et grâce à son extrême habileté. Les « chondres » y apparaissent au milieu des *figures de Widmannstætten* avec une netteté qui permet d'en faire l'examen complet.

Tout d'abord, on remarque l'irrégularité de leur distribution : circonstance analogue à la manière d'être des chondres pierreux. A leur contact, les alliages de fer et de nickel ne manifestent, dans leur allure ordinaire, aucune perturbation caractéristique. Certaines lamelles de tænite semblent avoir continué de s'accroître par cristallisation, au travers même de leur

substance qui est parfois peu compacte; mais d'autres, plus fréquentes, sont brusquement interrompues par les sphérules et reprennent au delà.

Suivant les météorites considérées les granules affectent un gisement dans l'un ou dans l'autre des alliages essentiels. Pour le fer de Caille, et comme le montre la photographie, la grande majorité se rencontre au sein de la plessite, remarquablement riche en très minces lamelles de tænite parallèles les unes aux autres et très serrées; les poutrelles de kamacite en contiennent relativement très peu et s'en montrent même souvent complètement dépourvues. C'est précisément le contraire que nous offre le fer d'Augustinowka : cette fois, et la seconde photographie le fait bien voir, c'est dans la kamacite qu'abondent les chondres; il n'y en a presque pas dans les plages de plessite où, d'ailleurs, les lamelles de tænite sont beaucoup plus rares que précédemment.

L'étude des photographies de M. Latteux permet aussi de constater le profil, généralement très arrondi, parfois un peu anguleux par certains côtés, des corpuscules noirs et même d'apercevoir leur structure vaguement concentrique. Elles ne suffisent pourtant pas pour nous renseigner complètement sur la forme extérieure de ces singulières inclusions.

A cet égard, une circonstance fortuite m'a permis de recueillir des renseignements très précis. Il y a quelques années, j'ai fait prélever, au travers de la grosse masse de 780^{kg} du fer de Charcas, une plaque de plus de 1^{cm} d'épaisseur, qui a été remplacée par une planche de même dimension et de même forme, de façon à conserver l'apparence de l'échantillon. Cette plaque, dont la surface dépasse 1200^{cm^2}, présente la trace de chondres si abondants en certaines régions et si rapprochés les uns des autres, qu'ils constituent comme un réseau très singulier de filaments noirs. Le travail de sciage et de polissage à l'émeri a déterminé la désagrégation et la chute de la matière des enclaves dont le métal a très exactement conservé les formes. En conséquence, on peut en reprendre la forme en y refoulant de la cire à modeler. Ces contre-empreintes photographiées, elles aussi, au grossissement de 20 diamètres, nous font voir les contours arrondis ordinaires des chondres pierreux; souvent on y reconnaît comme la trace de la conjugaison de plusieurs sphéroïdes élémentaires, antérieurement à l'empâtement dans la matière métallique encaissante. C'est ce que montre la troisième photographie.

Enfin, au point de vue de leur composition, les corpuscules de la Caillite se présentent comme étant fort complexes. On y distingue çà et là des particules à éclat métallique, consistant surtout en troïlite et, moins souvent,

en fer nickelé, déterminant la précipitation du cuivre de ses solutions. Certaines portions très noires et volontiers périphériques sont formées de graphite mélangé de cohénite (carbure de fer) et associé à des parties silicatées, plus ou moins vitreuses. Une pareille complexité est de nature à justifier la supposition que, à l'imitation des chondres ordinaires, la génération de ces matériaux se rattache à des réactions entre des substances gazeuses, et spécialement à la double décomposition des vapeurs de perchlorure de fer et de l'hydrogène carboné. L'expérimentation m'a donné dans ce sens des résultats faciles à associer avec ceux qui permettent la reproduction artificielle des fers nickelés météoritiques, aussi bien que celles des éléments lithoïdes des roches cosmiques et spécialement des pyroxènes.

M. **A. Guépin** adresse une Note intitulée : *Traitement moderne de l'hypertrophie prostatique.*

(Renvoi à la Section de Médecine.)

A 16 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures et quart.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 OCTOBRE 1914.

PRÉSIDENCE DE M. P. APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce que, en raison de la séance publique des cinq Académies, la séance du lundi 26 octobre est renvoyée au mardi 27.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une proposition relative aux équations linéaires du second ordre à deux variables indépendantes.* Note [1] de **M. Gaston Darboux.**

1. Dans mes *Leçons sur la théorie des surfaces* (2e Partie), j'ai développé toute une théorie des équations linéaires du second ordre à deux variables indépendantes qui sont de la forme

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y}+a\frac{\partial z}{\partial x}+b\frac{\partial z}{\partial y}+cz=0, \tag{1}$$

où a, b, c sont des fonctions données de x et de y. On sait que ces équations ont deux invariants

$$\left\{\begin{aligned} h&=\frac{\partial a}{\partial x}+ab-c,\\ k=h_{-1}&=\frac{\partial b}{\partial y}+ab-c, \end{aligned}\right. \tag{2}$$

qui ne changent pas lorsqu'on y remplace z par λz, λ étant une fonction quelconque de x et de y, et qui se reproduisent, simplement multipliés par

(1) Communication faite dans la séance du 12 octobre 1914.

des fonctions de x et de y quand on y remplace x par $\varphi(x)$, y par $\psi(y)$ ou bien x par y et y par x, c'est-à-dire quand on y effectue les seuls changements de variables indépendantes qui conservent la forme de l'équation (1).

On sait aussi que, dans le cas où l'un des invariants h ou k est nul, les équations de la forme (1) s'intègrent par des quadratures. Par exemple, si h est nul, l'équation (1) peut se mettre sous la forme

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial z}{\partial y} + az\right) + b\left(\frac{\partial z}{\partial y} + az\right) = 0 \tag{3}$$

et admet une intégrale générale qui est de la forme

$$z = \beta\left(X + \int Y\alpha\, dy\right), \tag{4}$$

où X et Y désignent deux fonctions arbitraires de x et de y respectivement et où α et β sont deux fonctions déterminées dont voici la valeur :

$$\beta = e^{-\int a\,dy}, \qquad \alpha = e^{\int a\,dy - \int b\,dx}.$$

Laplace, qui a donné ces résultats et a consacré tout un Mémoire aux équations de la forme (1), a fait connaître un mode de transformation de ces équations, qui joue un rôle fondamental dans leur théorie. Si h, par exemple, n'est pas nul, on peut introduire la nouvelle variable z, définie par la formule

$$\frac{\partial z}{\partial y} + az = z_1. \tag{5}$$

Alors l'équation (1) pourra s'écrire

$$\frac{\partial z_1}{\partial x} + bz_1 = hz, \tag{6}$$

et, en éliminant z, on sera conduit à la nouvelle équation

$$\frac{\partial^2 z_1}{\partial x\,\partial y} + a_1\frac{\partial z_1}{\partial x} + b_1\frac{\partial z_1}{\partial y} + c_1 z_1 = 0, \tag{7}$$

où l'on aura

$$\left\{\begin{aligned} a_1 &= a - \frac{\partial \log h}{\partial y},\\ b_1 &= b,\\ c_1 &= c - \frac{\partial a}{\partial x} + \frac{\partial b}{\partial y} - b\frac{\partial \log h}{\partial y}. \end{aligned}\right. \tag{8}$$

Les invariants h_1 de la nouvelle équation seront donnés par les formules

$$(9)\qquad \begin{cases} h_1 = 2h - k - \dfrac{\partial^2 \log h}{\partial x \partial y}, \\ k_1 = h \end{cases}$$

qui montrent que ces invariants dépendent uniquement de ceux de l'équation proposée.

Si k n'était pas nul, on pourrait obtenir, en échangeant x et y, une nouvelle méthode de transformation.

Pour plus de détail je renverrai à mon Ouvrage où j'ai montré comment, d'une équation telle que (1) que j'appellerai (E), on peut, en appliquant les deux transformations de Laplace, déduire une suite, en général illimitée, d'équations de même forme

$$\ldots,\quad (E_{-2}),\quad (E_{-1}),\quad (E),\quad (E_1),\quad (E_2),\quad \ldots.$$

L'équation (E_1), par exemple, serait l'équation (7) déduite de (E) par la substitution (5). Les invariants de (E_i) seraient h_i et h_{i-1}, toutes ces quantités se déduisant des invariants h, h_{-1} de (E), supposés connus, par la formule de récurrence

$$h_{i+1} + h_{i-1} = 2h_i - \frac{\partial^2 \log h_i}{\partial x \partial y},$$

qui permettra de les calculer successivement.

La formule (5) nous montre d'ailleurs que la solution z_i de l'équation (E_i) sera liée à la solution z de l'équation (E) d'où elle dérive par une expression de la forme

$$(10)\qquad z_i = Bz + B_1\frac{\partial z}{\partial y} + \ldots + B_i\frac{\partial^i z}{\partial y^i},$$

où B, B_1, ..., B_i sont des fonctions déterminées.

2. Tous ces points étant rappelés, supposons que la suite de Laplace se termine à l'équation (E_i) d'indice positif, l'invariant h_i étant le premier qui s'annulera dans la suite

$$h,\quad h_1,\quad \ldots,\quad h_{i-1},\quad h_i.$$

Alors l'expression générale de z_i sera donnée par la formule (4) et, en comparant à la relation (10), on sera conduit à une relation

$$X + \int \alpha Y\, dy = Cz + C_1\frac{\partial z}{\partial y} + \ldots + C_i\frac{\partial^i z}{\partial y^i},$$

qui devra être vérifiée par toutes les intégrales z de l'équation (E) et où α et C, C_1, ..., C_i désignent des fonctions connues de x et y.

En éliminant les fonctions arbitraires X et Y, on sera évidemment conduit à la relation

$$\frac{\partial}{\partial x}\frac{1}{\alpha}\frac{\partial}{\partial y}\left(C z + C_1\frac{\partial z}{\partial y} + \ldots + C_i\frac{\partial^i z}{\partial y_i}\right) = 0. \tag{11}$$

C'est une équation linéaire d'ordre $i+2$ à laquelle devront satisfaire toutes les intégrales de (E).

Cette équation peut évidemment être écrite sous la forme plus simple :

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(A z + A_1\frac{\partial z}{\partial y} + \ldots + A_{i+1}\frac{\partial^{i+1} z}{\partial y^{i+1}}\right) = 0.$$

Ainsi, toutes les solutions de l'équation (E) appartiennent à cette équation linéaire d'ordre $i+2$.

3. Réciproquement, je vais montrer que, *si toutes les intégrales de* (E) *vérifient également une équation de la forme*

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(A z + A_1\frac{\partial z}{\partial y} + \ldots + A_p\frac{\partial^p z}{\partial y^p}\right) = 0, \tag{12}$$

la suite de Laplace se termine de telle manière que, pour l'équation (E), *l'un des invariants* h_{-1}, h, h_1, ..., h_{p-1} *soit nul.*

Pour établir cette proposition, on peut évidemment supposer que l'on ait multiplié l'inconnue z par un facteur tel que l'équation (E) ait pris la forme

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y} + b\frac{\partial z}{\partial y} + c z = 0, \tag{E}$$

débarrassée du terme en $\frac{\partial z}{\partial x}$.

Alors la première substitution de Laplace, définie par l'équation (5), se réduira à la forme

$$\frac{\partial z}{\partial y} = z_1. \tag{13}$$

Supposons d'abord que, dans l'équation (12), A ne soit pas nul. En effectuant dans cette équation la dérivation par rapport à x et profitant de l'équation (E) pour éliminer toutes les dérivées prises une fois par rapport à x, le terme $A\frac{\partial z}{\partial x}$ ne se réduira avec aucun autre, et l'on aura un résultat

de la forme

$$\frac{\partial z}{\partial x} = \beta z + \beta_1 \frac{\partial z}{\partial y} + \ldots + \beta_p \frac{\partial^p z}{\partial y^p} = \Sigma \beta_i \frac{\partial^i z}{\partial y^i}.$$

Si l'on porte cette valeur de $\frac{\partial z}{\partial x}$ dans l'équation (E), il viendra l'équation

$$(14) \qquad \frac{\partial}{\partial y}\left(\Sigma \beta_i \frac{\partial^i z}{\partial y^i}\right) + b \frac{\partial z}{\partial y} + cz = 0,$$

qui ne contiendra plus que des dérivées de z par rapport à y prises jusqu'à l'ordre $p+1$.

Or toute relation où ne figurent que les dérivées de z prises par rapport à une seule des variables x ou y doit être vérifiée identiquement, car on sait qu'il y a des solutions de (E) se réduisant, par exemple pour $x = x_0$, à une fonction quelconque de y et dont, par suite, les dérivées successives par rapport à y peuvent être choisies arbitrairement et ne sauraient être assujetties à vérifier aucune relation linéaire telle que (14).

La relation précédente doit donc être vérifiée identiquement, ce qui conduit aux conditions

$$\beta_p = 0, \qquad \beta_{p-1} = 0, \qquad \ldots, \qquad \beta_1 = 0, \qquad \beta = -b, \qquad \frac{\partial \beta}{\partial y} = -c,$$

et par conséquent l'équation (E) prend la forme

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} - \frac{\partial}{\partial y}(\beta z) = 0,$$

pour laquelle l'invariant h_{-1} est nul.

Ainsi, dans le cas où A n'est pas nul, notre proposition est démontrée.

Si A est nul, l'application de la première transformation de Laplace transforme l'équation (E) en (E_1) et la relation (12) dans la suivante :

$$(15) \qquad \frac{\partial}{\partial x}\left(A_1 z_1 + A_2 \frac{\partial z_1}{\partial y} + \ldots + A_p \frac{\partial^{p-1} z_1}{\partial y^{p-1}}\right) = 0,$$

qui est de même forme, mais où p est remplacé par $p-1$. En appliquant donc à l'équation (E_1) la proposition précédente, on voit que l'invariant h de (E_1) [invariant qui joue par rapport à (E_1) le même rôle que h_{-1} par rapport à (E)] sera nul, ou bien que l'on pourra ramener la relation (15) à une autre de même forme, relative à l'équation (E_2), mais où l'ordre de la plus haute dérivée par rapport à y sera $p-2$.

En poursuivant ce raisonnement, on verra que l'un des invariants h_{-1},

$h, h_1, \ldots, h_{p-1}$ devra être nul, la dernière équation à laquelle on peut parvenir dans le cas le plus favorable étant

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(\mathrm{B} z_{p-1} + \mathrm{B}_1 \frac{\partial z_{p-1}}{\partial y}\right) = 0$$

et alors l'invariant h_{p-1} de (E_{p-1}) étant nul.

4. La proposition que nous avions en vue est ainsi complètement démontrée. Mais la marche que nous avons suivie nous conduit à des résultats intéressants que nous allons maintenant établir.

Nous allons voir que *la proposition précédente reste vraie si l'on suppose que l'équation linéaire* (12), *au lieu d'admettre toutes les solutions de* (E), *en admet seulement $p+2$ qui soient, bien entendu, linéairement indépendantes.*

Soient, en effet, $z_1, z_2, \ldots, z_{p+2}$ ces $p+2$ solutions. Supposons d'abord que, l'équation (E) ayant été privée du terme en $\frac{\partial z}{\partial x}$, A ne soit pas nul. Les $p+2$ solutions z_i devront vérifier l'équation linéaire (14), qui est du $(p+1)^{\text{ième}}$ ordre seulement. Comme, par hypothèse, nos solutions sont linéairement indépendantes, l'équation (14) devra se réduire à une identité, et le raisonnement que nous avons fait montre qu'alors l'invariant h_{-1} sera nul. Donc, si A est différent de zéro, nos conclusions ne seront pas changées.

Si A est nul, nous avons vu qu'on pourra passer à l'équation (E_1) en diminuant p d'une unité. Cette équation (E_1) admettra, en vertu de la formule (5), les solutions particulières

$$\frac{\partial z_1}{\partial y}, \quad \frac{\partial z_2}{\partial y}, \quad \ldots, \quad \frac{\partial z_{p+2}}{\partial y}$$

et il est aisé de voir que, parmi ces solutions, il en restera au moins $p+1$ qui seront linéairement indépendantes [1]. On sera donc, vis-à-vis de

[1] Supposons, en effet, qu'il y ait une relation linéaire entre les solutions précédentes. Comme on peut les combiner linéairement, cela revient à admettre que l'une d'entre elles pourrait être nulle; qu'on aurait, par exemple,

$$\frac{\partial z_1}{\partial y} = 0.$$

Mais comme z_1 satisfait à l'équation (E), cela donne

$$c z_1 = 0.$$

Comme z_1 ne saurait être nul, sans quoi il y aurait, contrairement à l'hypothèse,

l'équation (E_1), dans la même situation que vis-à-vis de (E), sauf que p aura été diminué d'une unité. Le raisonnement d'induction complète suffit donc à établir la proposition que nous avons en vue.

5. Cette proposition est due à M. Bompiani, qui l'a fait connaître dans un Mémoire intitulé : *Sull'equazione di Laplace*, inséré au Tome XXXIV des *Rendiconti del Circolo matematico di Palermo* (séance du 14 juillet 1912). Auparavant, M. Goursat avait donné la solution d'un problème que j'avais proposé dans la quatrième Partie de mes *Leçons sur la théorie des surfaces* (n° 1021) et montré que, *si une équation de Laplace admet $p+1$ intégrales particulières qui, tout en étant linéairement distinctes, soient cependant liées par une relation linéaire et homogène dont les coefficients sont des fonctions d'une seule des deux variables x, y, la suite de Laplace se termine dans un sens après $p-1$ transformations au plus*. Cette intéressante proposition a paru dans le Mémoire *Sur les équations linéaires et la méthode de Laplace*, publié par M. Goursat au Tome XVIII de l'*American Journal of Mathematics ;* son auteur l'a reprise dans ses *Leçons sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes* (t. II, 1897, p. 21). Nous pouvons la démontrer par des considérations analogues à celles dont nous venons de faire usage.

Soient $z_1, z_2, \ldots, z_{p+1}$ les $p+1$ solutions que nous supposerons liées par une relation

$$z_{p+1} = \alpha_1 z_1 + \ldots + \alpha_p z_p$$

où les α_i seront des fonctions de x. Il existera une équation

$$A z + A_1 \frac{\partial z}{\partial y} + \ldots + A_p \frac{\partial^p z}{\partial y^p} = 0$$

admettant $z_1, z_2, \ldots, z_{p+1}$ comme solutions particulières.

Si z_{p+2} désigne une solution de (E) qui ne soit pas une combinaison linéaire de $z_1, \ldots, z_{p+1}$, l'équation

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{A z + A_1 \dfrac{\partial z}{\partial y} + \ldots + A_p \dfrac{\partial^p z}{\partial y^p}}{A z_{p+2} + \ldots + A_p \dfrac{\partial^p z_{p+2}}{\partial y^p}}\right) = 0$$

---

une relation linéaire entre les z_i, il faudra qu'on ait

$$c = 0,$$

c'est-à-dire que l'invariant h de (E) soit nul.

sera évidemment vérifiée par $p+2$ solutions $z_1, z_2, \ldots, z_{p+1}, z_{p+2}$. Donc, en vertu de la proposition de M. Bompiani, l'un des invariants h_{-1}, h, $h_1, \ldots, h_{p-1}$ sera nul, ce qui est la proposition de M. Goursat.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur le paradoxe hydrodynamique de Dalembert.* Note [1] de M. **Pierre Duhem.**

M. Umberto Cisotti a donné, du paradoxe hydrodynamique de Dalembert, cet énoncé général [2] :

Un corps solide est plongé dans un fluide indéfini de toutes parts, dénué de viscosité, compressible suivant une loi quelconque et soustrait à l'action de toute force. Le mouvement du solide est une translation uniforme, de vitesse V, *parallèle à* Ox; *le mouvement du fluide est un régime permanent; à l'infini, le fluide est en repos.*

La somme des projections sur Ox *des forces qu'il faut appliquer au solide pour entretenir un tel mouvement est égale à zéro.*

M. Cisotti n'a démontré ce théorème qu'en supposant le fluide exempt de toute surface de discontinuité; aussi enseigne-t-on, en général, que le paradoxe de Dalembert se dissiperait si le fluide était partagé par des surfaces de discontinuité, et regarde-t-on ce paradoxe comme une preuve qu'il s'établit, au sein du fluide, de telles surfaces de discontinuité.

Nous nous proposons de démontrer ici, en suivant la même voie que M. Cisotti, que le théorème énoncé par cet auteur demeure vrai, même si le fluide est partagé par des surfaces de discontinuité.

Soit, en un point du fluide, p l'excès de la pression en ce point sur la pression uniforme qui règne à l'infini. La première équation d'Euler nous donne

$$\frac{\partial p}{\partial x} = -\rho\left(u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y} + w\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial u}{\partial t}\right).$$

Multiplions les deux membres de cette égalité par l'élément $d\varpi$ du volume occupé par le fluide et intégrons pour le volume entier du fluide; nous

---

[1] Reçue dans la séance du 28 septembre 1914.

[2] Umberto Cisotti, *Sul moto permanente di un solido in un fluido indefinito* (*Atti del R. Instituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti*, 1909, t. LXIX, p. 444). M. U. Cisotti a même énoncé et démontré un théorème plus général que, pour plus de brièveté, nous ne considérerons pas ici.

obtenons une égalité qui se transforme aisément en celle-ci :

$$(1)\quad \begin{aligned}&\int p\cos(n_i, x)\,dS + \int [p_1\cos(n_1, x) + p_2\cos(n_2, x)]\,d\Sigma\\ &+\int \rho u[u\cos(n_i, x) + v\cos(n_i, y) + w\cos(n_i, z)]\,dS\\ &+\int \{\rho_1 u_1[u_1\cos(n_1, x) + v_1\cos(n_1, y) + w_1\cos(n_1, z)]\\ &\qquad + \rho_2 u_2[u_2\cos(n_2, x) + v_2\cos(n_2, y) + w_2\cos(n_2, z)]\}\,d\Sigma\\ &= -\int u\left[\frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho w)}{\partial z}\right]d\varpi + \int \rho\frac{\partial u}{\partial t}\,d\varpi.\end{aligned}$$

S est la surface du solide; n_i la demi-normale à cette surface menée vers l'intérieur du fluide; Σ est une surface de discontinuité; n_1, n_2 les demi-normales à cette surface respectivement menées vers l'intérieur des deux masses fluides 1, 2, que cette surface sépare.

L'équation de continuité

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho w)}{\partial z} + \frac{\partial\rho}{\partial t} = 0$$

donne

$$(2)\quad -\int u\left[\frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho w)}{\partial z}\right]d\varpi + \int \rho\frac{\partial u}{\partial t}\,d\varpi = \int \frac{\partial(\rho u)}{\partial t}\,d\varpi.$$

La supposition que le mouvement du fluide est un régime permanent équivaut à celle-ci : les quantités ρ, u, v, w, p et, par conséquent, la quantité ρu ne dépendent des variables x et t que par le binome $(x - Vt)$. On a donc

$$\frac{\partial(\rho u)}{dt} = -V\frac{\partial(\rho u)}{\partial x}$$

et, par conséquent,

$$(3)\quad \begin{aligned}\int \frac{\partial(\rho u)}{\partial t}\,d\varpi &= V\int \rho u\cos(n_i, x)\,dS\\ &\quad + V\int [\rho_1 u_1\cos(n_1, x) + \rho_2 u_2\cos(n_2, x)]\,d\Sigma.\end{aligned}$$

D'autre part, pour que le mouvement du fluide soit un régime permanent, il faut que toute surface de discontinuité se déplace parallèlement à elle-même, dans la direction Ox, avec la vitesse V. On a donc

$$(4)\quad \begin{cases} u_1\cos(n_1, x) + v_1\cos(n_1, y) + w_1\cos(n_1, z) = V\cos(n_1, x),\\ u_2\cos(n_2, x) + v_2\cos(n_2, y) + w_2\cos(n_2, z) = V\cos(n_2, x).\end{cases}$$

Les égalités (1), (2), (3) et (4) donnent l'égalité

$$\int p \cos(n_i, x)\, dS + \int [p_1 \cos(n_1, x) + p_2 \cos(n_2, x)]\, d\Sigma = 0$$

ou

$$(5) \qquad \int p \cos(n_i, x)\, dS + \int (p_2 - p_1) \cos(n_2, x)\, d\Sigma = 0.$$

Mais les égalités (4) donnent, en tout point de la surface Σ,

$$u_1 \cos(n_1, x) + v_1 \cos(n_1, y) + w_1 \cos(n_1, z)$$
$$+ u_2 \cos(n_2, x) + v_2 \cos(n_2, y) + w_2 \cos(n_2, z) = 0.$$

Cette égalité exprime que la surface Σ sépare toujours l'une de l'autre les deux mêmes masses fluides; dès lors, puisque le fluide est supposé dénué de viscosité, la pression n'éprouve aucune discontinuité à la traversée de cette surface; on a

$$p_1 = p_2$$

et l'égalité (5) se réduit à l'égalité

$$\int p \cos(n_i, x)\, dS = 0,$$

qui exprime le théorème énoncé.

Ce théorème peut, d'ailleurs, s'obtenir sans aucun calcul.

De l'hypothèse que le mouvement du solide est uniforme et que le mouvement du fluide est un régime permanent découle cette conséquence que la force vive du système est invariable.

D'autre part, comme le fluide est supposé dénué de viscosité, le théorème des forces vives est applicable. Le travail accompli, durant un temps quelconque, par les forces appliquées au système, est donc égal à zéro, ce qui entraîne le théorème énoncé.

De ce théorème, à son tour, on déduit celui-ci :

Un solide immobile est plongé dans un fluide indéfini, soustrait à toute force extérieure, dénué de viscosité et compressible suivant une loi quelconque; le mouvement du fluide est un régime permanent; à l'infini, ce mouvement se réduit à un écoulement uniforme, de vitesse V, *dans la direction* Ox; *les pressions que le fluide exerce sur le solide ne produisent, en se composant, aucune force parallèle à* Ox.

A ces paradoxes, on avait cru échapper en coupant le fluide par des

surfaces de discontinuité; on voit que cette échappatoire est désormais fermée. Ce qu'on doit regarder comme inadmissible, c'est l'hypothèse d'un régime permanent au sein d'un fluide indéfini qui contient un corps solide.

BOTANIQUE. — *Sur la castration mâle du Maïs géant de Serbie.* Note [1] de M. ÉDOUARD HECKEL.

Dans de précédentes Communications [2], j'ai fait connaître que, sous l'influence traumatique de la castration mâle des tiges de Maïs, c'est-à-dire l'enlèvement de toute inflorescence terminale peu après son épanouissement, de manière cependant à assurer la fécondation des épis femelles, il se produit dans toute l'étendue des tiges une réserve de saccharose et de glucose dont la teneur est très variable selon les variétés de Maïs mises en cause. La variété qui, dans mes expériences, a donné les résultats les plus marqués, comme richesse saccharifère des tiges après castration mâle, est incontestablement le Maïs géant de Serbie, dont les tiges arrivent à 4^{m} de hauteur et les épis à $0^{m},20$ de longueur.

Cette richesse par castration mâle a atteint en septembre 1912 le total de 12^{g} pour 100 de jus (saccharose et glucose réunies) contre 11,57 par la castration femelle seule, mais cette teneur maximum va en diminuant rapidement dès fin septembre jusqu'au moment de la récolte, vers les premiers jours d'octobre (9 ou 10) pour descendre vers cette date à 5,21 pour 100 de jus. Dans les témoins (commencement septembre), le total des matières sucrées était de 9,04. Comme on le voit, la tige de cette variété est normalement saccharifère.

J'ai renouvelé durant 2 ans, depuis 1912, les épreuves sur la même variété, et je puis affirmer aujourd'hui que cette faculté s'y maintient assez uniformément. Toutefois, cette année, au moment de la récolte, j'ai constaté quelques faits nouveaux qui me portent à admettre que la teneur en saccharose et en glucose, dans les tiges de cette variété, ne présente pas, sous l'influence de ce traumatisme, une répartition égale et uniforme des matières sucrées dans tous les pieds d'une même plantation faite dans

(1) Reçue dans la séance du 5 octobre 1914.

(2) *De l'influence de la castration mâle, femelle et totale sur la formation du sucre dans les tiges de Maïs et de Sorgho sucré* (*Mémoires de l'Académie des Sciences, Lettres et Beaux-Arts de Marseille*, 1912).

des conditions égales de fumure, de soins, d'arrosage et de température ambiante.

Sur deux plantations côte à côte, formées de : 1° cinquante pieds livrés aux conditions normales (c'est-à-dire non soumis au traumatisme) dans terre argilo-calcaire, fumée au fumier de ferme (terrain d'essai du Jardin botanique de Marseille), et 2° cinquante pieds châtrés mâles, voici les résultats analytiques résumés dans le Tableau suivant qui ont été relevés sur les cinquante pieds soumis au traumatisme, comparés à ceux non châtrés qui ont servi de témoins :

Essais saccharimétriques de tiges de Maïs géant de Serbie. 18 septembre 1914.

Désignation.	Densité.	Matières sèches, grammes pour 100.	Teneur pour 100g de jus. Saccharose.	Glucose.	Cendres.	Eau.	Matières organiques.	Pureté [1].
1. Tiges moyennement sucrées.	1045	11,36	4,48	2,55	1,51	88,64	2,82	39,4
2. » très sucrées..........	1045	11,24	5,98	1,26	1,40	88,66	2,70	52,7
3. » peu sucrées.........	1030	7,90	2,46	0,83	1,52	92,10	3,09	31,1
4. Témoins normaux..........	1052	13,20	5,20	2,78	1,70	86,80	3,52	37,4

Observations. — 1. Très légères traces d'amidon; 2. Proportion notable d'amidon; 3. Absence d'amidon; 4. Pas d'amidon.

Il résulte de ces chiffres que certaines plantes ont donné, dans les mêmes conditions, des tiges à teneur en sucre très différentes et que, pour certaines d'entre elles, la castration mâle a été sans effet sur l'augmentation des matières sucrées, et même que cette teneur est descendue, après ce traumatisme, au-dessous de celle qui est la normale dans les témoins non châtrés. Mais, dans ce cas, il est remarquable de voir que la formation d'une réserve amylacée se produit en même temps que la réserve sucrée dans la tige et qu'elle ne se forme pas quand la teneur en sucre reste faible sous l'influence de la castration mâle ou quand la castration n'a pas été faite.

Mes expériences de cette année ayant pour but de constituer une réserve de graines recueillies sur les tiges les plus sacchariféres en vue de constituer une race saccharifère maximum et de voir si les effets du traumatisme sont transmissibles par graines, j'ai dû prolonger jusqu'à la maturité de ces graines (18 septembre) l'existence des épis sur les tiges et ne soumettre celles-ci à l'analyse saccharimétrique qu'à cette date. C'est ce qui explique

(1) La pureté est la teneur en sucre pour 100 de matières sèches.

sans doute la faible teneur de ces tiges en sucre (saccharose et glucose), puisque la décroissance rapide de cette teneur commence dès le mois de septembre et ensuite marche rapidement. Il faut ajouter à cette cause le refroidissement subit de la température qui s'est produit uniformément, en Provence, à cette époque. Nous verrons l'an prochain ce que donneront ces graines sélectionnées sur les tiges saccharifères. Mais dès aujourd'hui il paraîtra sans doute intéressant pour l'agriculture, dans les pays à Maïs, de pouvoir obtenir par la seule castration mâle, qui ne compromet pas la récolte en graines et qui constitue une opération simple et facile à réaliser, des tiges riches en sucre capables de servir, en hiver, d'aliment précieux pour les bestiaux qui en sont du reste, je m'en suis assuré, très friands, après qu'on a concassé ces tiges.

CORRESPONDANCE.

M. F.-W. **Dyson**, élu Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse, à son retour d'Australie, des remercîments à l'Académie.

ASTRONOMIE. — *Observation photographique d'une comète.* Note de M. **Comàs Solà**, présentée par M. Bigourdan.

Le 17 octobre, une comète, qui est sans doute celle découverte par M. Lunt, au Cap, le 18 septembre dernier, a laissé sur une plaque photographique une trace avec queue donnant à l'astre les coordonnées suivantes, pour $8^h 9^m$, temps moyen de Barcelone :

$$\text{Æ} = 328^\circ 18',$$
$$\text{Distance polaire} = 93^\circ 14'.$$

Mouvement : Nord-Nord-Ouest.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur une nouvelle Table de diviseurs des nombres.* Note [1] de M. **Ernest Lebon**.

Soient B le produit $\alpha\beta\ldots\lambda$ de nombres premiers consécutifs à partir de 2; P le produit $(\alpha-1)(\beta-1)\ldots(\lambda-1)$; I l'un quelconque des P

[1] Reçue dans la séance du 5 octobre 1914.

nombres premiers à B et inférieurs à B; K un nombre successivement égal aux entiers positifs à partir de 1.

On reconnaît aisément que : *Chacun des systèmes des* P *progressions arithmétiques de terme général* BK + I *renferme tous les nombres premiers autres que ceux qui forment* B.

B est dit la *base* du système considéré, I l'*indicateur* d'un terme de ce système.

Dans des Mémoires précédents, j'ai proposé la construction de Tables de bases B des facteurs premiers des nombres. Chaque Table renferme P tableaux d'indicateurs différents I, le premier indicateur étant 1. Je vais montrer qu'on peut faire rentrer dans le tableau I = 1 tous les nombres d'indicateurs I > 1.

I étant supérieur à 1, soit

$$N = BK_1 + I, \tag{1}$$

N étant premier avec B, et soit un indicateur I' tel que

$$II' = Bk + 1, \tag{2}$$

k étant la valeur de K inférieure à I et à I'.

Multipliant par I' les deux membres de l'égalité (1), on trouve l'égalité

$$NI' = B(K_1 I' + k) + 1$$

qui fait rentrer le nombre N dans le Tableau I = 1, ou dans son prolongement.

Dans la relation (2), on connaît I et B. On détermine I' et k en résolvant l'équation indéterminée (2). J'ai établi des formules générales donnant rapidement I' et k. Souvent I' et k se trouvent presque sans calculs.

La nouvelle Table contiendra le tableau k donnant les solutions de l'équation (2). A l'aide de ce tableau on forme rapidement le quotient

$$K = K_1 I' + k.$$

La limite supérieure des valeurs de K égale la limite B^2 des nombres dont la nouvelle Table donne soit les facteurs, soit un ou des facteurs. Le nombre des valeurs de K qui sont dans le prolongement du tableau I = 1 est de beaucoup inférieur au nombre des valeurs de K_1 qui se trouvent dans les tableaux I > 1. Or, ma méthode des indicateurs permet de construire une Table de diviseurs des nombres de quatre à cinq fois moins étendue que ne le serait la Table correspondante établie par les procédés employés jusqu'ici. Donc la nouvelle Table serait, au point de vue de l'étendue, plus avantageuse que toutes celles qui ont été construites ou indiquées.

La nouvelle Table aurait l'avantage de donner rapidement les facteurs premiers d'un *grand nombre* ou d'affirmer que celui-ci est premier. Par exemple, la Table de base 30030 résoudrait ce problème pour tous les nombres inférieurs à 901 800 900.

Exemples. — Supposons que B = 30030. N n'est pas divisible par 2, 3, 5, 7, 11, 13.

1° Soit

$$N = 11\,897\,201 = B.396 + 5321;$$

à $I = 5321$, le tableau k donne $I' = 491$, $k = 87$. Après avoir reconnu que N n'est pas divisible par 491, on forme

$$K = 396.491 + 87 = 194523.$$

Dans la Table, à K = 194523, on trouve 491 et 997. On peut affirmer que N est divisible par 997. Le quotient de N divisé par 997 est l'indicateur premier 11933.

2° Soit

$$N = 455\,419 = B.15 + 4969;$$

à $I = 4969$, le tableau k donne $I' = 139$, $k = 23$. Après avoir reconnu que N n'est pas divisible par 139, on forme

$$K = 15.139 + 23 = 2108.$$

2108 n'étant pas dans la Table, N est premier [1].

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tremblement de terre du 3 octobre 1914.* Note [2] de M. **Alfred Angot**.

Les sismographes du Parc Saint-Maur ont enregistré, dans la nuit du 3 au 4 octobre, un tremblement de terre très violent. Depuis le commencement de cette année, on n'avait noté qu'une seule fois, le 26 mai, des mouvements plus grands.

Les premières oscillations préliminaires se sont produites à $22^h 12^m 7^s$, les secondes à $22^h 16^m 19^s$, le maximum entre $22^h 20^m$ et $22^h 21^m$; les

[1] Cette Note est le résumé d'un Mémoire qui sera publié dans le *Compte rendu de la 43e session de l'Association française pour l'Avancement des Sciences.*

[2] Reçue dans la séance du 5 octobre 1914.

dernières traces disparaissent sur les tracés à $0^h 30^m$, le 4. L'amplitude maximum des mouvements a été de 260^μ sur la composante Nord et de 330^μ sur la composante Est, ce qui correspond, pour les mouvements réels du sol au Parc Saint-Maur, à une élongation maximum totale de $0^{mm},7$ environ.

L'Observatoire étant maintenant en possession d'un sismographe Galitzine pour la composante verticale, il devient possible de calculer la distance et l'azimut de l'épicentre sans ambiguïté possible. M. Eblé a fait immédiatement ce calcul avec les seules données du Parc Saint-Maur, et a trouvé pour l'épicentre une distance de 2600^{km} et un azimut de $104^\circ,4$ (du Nord vers l'Est); cela place l'épicentre par $38^\circ,8$N et $31^\circ,8$E Gr., c'est-à-dire en Asie Mineure, dans la région des ruines d'Antioche de Pisidie, vers le Sultan-Dagh et le lac d'Egherdir.

Quelques jours après, les journaux signalaient, à la date indiquée, un violent tremblement de terre en Asie Mineure, avec de nombreuses victimes à Bouldour et à Isbarta. Ces deux villes se trouvent à environ 150^{km} du point que le calcul des seules observations de Saint-Maur a indiqué comme épicentre.

Le 4 octobre, à $18^h 53^m 26^s$, les sismographes ont indiqué de très faibles mouvements paraissant venir à peu près du même point. Il semble que ce soit une réplique du tremblement de terre précédent.

M. **Amans** adresse une Note intitulée : *A propos du vol aéronautique.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

A 15 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 17 heures.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 27 OCTOBRE 1914.

PRÉSIDENCE DE M. P. APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de la Toussaint, la séance du lundi 2 novembre est renvoyée au mardi 3.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes et sur les suites de Laplace formées avec de telles équations.* Note [1] de M. **Gaston Darboux**.

1. Je me propose dans cette Note de faire connaître une exposition et des propriétés nouvelles des suites que Laplace nous a appris à former avec les équations de la forme suivante :

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y} + a\frac{\partial z}{\partial x} + b\frac{\partial z}{\partial y} + cz = 0;$$

je supposerai connues les propositions que j'ai exposées dans mes *Leçons sur la théorie des surfaces* (2e Partie).

Considérons les deux équations

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} H_{p-1}\frac{\partial \theta_p}{\partial x} - \frac{\partial H_{p-1}}{\partial x}\,\theta_p &= H_p\theta_{p-1}, \\ \frac{\partial H_{p-1}}{\partial y}\,\theta_{p-1} - H_{p-1}\frac{\partial \theta_{p-1}}{\partial y} &= H_{p-2}\theta_p, \end{aligned}\right.$$

---

(1) Communication faite dans la séance du 19 octobre 1914.

où les H_p sont des fonctions de x et de y que nous supposerons liées les unes aux autres par la relation

$$(2) \qquad H_p \frac{\partial^2 H_p}{\partial x \, \partial y} - \frac{\partial H_p}{\partial x} \frac{\partial H_p}{\partial y} = H_{p-1} H_{p+1}$$

qui permet de les déduire, de proche en proche, de deux d'entre elles consécutives, par exemple H_{-1} et H, pour toutes les valeurs, *positives ou négatives*, de p. L'élimination de θ_{p-1} entre les deux équations (1) nous conduit pour θ_p à l'équation aux dérivées partielles

$$(E_p) \qquad \frac{\partial^2 \theta_p}{\partial x \, \partial y} - \frac{\partial \log H_p}{\partial y} \frac{\partial \theta_p}{\partial x} - \frac{\partial \log H_{p-1}}{\partial x} \frac{\partial \theta_p}{\partial y} + \frac{\partial \log H_p}{\partial y} \frac{\partial \log H_{p-1}}{\partial x} \theta_p = 0.$$

C'est une équation de Laplace, mise sous l'une des formes canoniques que j'ai envisagées au Livre IV (Chap. II) de mes *Leçons*, et il est évident que l'équation (E)

$$(E) \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial x \, \partial y} - \frac{\partial \log H}{\partial y} \frac{\partial \theta}{\partial x} - \frac{\partial \log H_{-1}}{\partial x} \frac{\partial \theta}{\partial y} + \frac{\partial \log H}{\partial y} \frac{\partial \log H_{-1}}{\partial x} \theta = 0$$

est l'équation de Laplace *la plus générale* mise sous forme canonique, puisque H_{-1} et H peuvent être choisis arbitrairement. Il résulte alors des relations (1) que les équations (E_p) forment ce que j'ai appelé une *suite de Laplace*, la suite la plus générale, laquelle sera, en général, illimitée dans les deux sens. Les invariants h_{p-1}, h_p de l'équation (E_p) seront

$$(3) \qquad h_{p-1} = -\frac{\partial^2 \log H_{p-1}}{\partial x \, \partial y}, \qquad h_p = -\frac{\partial^2 \log H_p}{\partial x \, \partial y}.$$

2. Remarquons maintenant que les équations (1), jointes à l'équation (E_p), nous permettent d'obtenir, entre trois fonctions consécutives θ_{p-1}, θ_p, θ_{p+1}, la relation

$$(3) \qquad \theta_p \frac{\partial^2 \theta_p}{\partial x \, \partial y} - \frac{\partial \theta_p}{\partial x} \frac{\partial \theta_p}{\partial y} = \theta_{p-1} \theta_{p+1}$$

tout à fait analogue à l'équation (2). Il suffit, pour vérifier cette relation, d'y remplacer θ_{p-1}, θ_{p+1} par leurs valeurs, déduites des équations (1),

$$H_p \quad \theta_{p-1} = H_{p-1} \frac{\partial \theta_p}{\partial x} - \theta_p \frac{\partial H_{p-1}}{\partial x},$$

$$H_{p-1} \theta_{p+1} = \theta_p \quad \frac{\partial H_p}{\partial y} - H_p \frac{\partial \theta_p}{\partial y};$$

et l'on retrouve alors l'équation (E_p) à laquelle doit satisfaire θ_p. Ainsi, lorsque l'on connaîtra deux fonctions consécutives de la suite

$$\ldots\ \theta_{-2},\ \theta_{-1},\ \theta,\ \theta_1,\ \theta_2,\ \ldots,$$

on pourra déterminer toutes les autres par voie de récurrence, sans faire intervenir les équations (E_p).

Si maintenant on rapproche les relations (1), (2), (3), on voit qu'elles ne changeront pas lorsqu'on effectuera la substitution suivante :

$$\theta_p / H_p,\quad H_p / \theta_{p+1},\quad x/y,\quad y/x.$$

On pourra donc effectuer la même substitution sur toutes les équations qui dérivent de ces relations fondamentales et, en particulier, sur l'équation (E_p). On sera ainsi conduit à la relation

$$(E'_{-p})\qquad \frac{\partial^2 H_p}{\partial x\,\partial y} - \frac{\partial \log\theta_{p+1}}{\partial x}\frac{\partial H_p}{\partial y} - \frac{\partial \log\theta_p}{\partial y}\frac{\partial H_p}{\partial x} + \frac{\partial \log\theta_{p+1}}{\partial x}\frac{\partial \log\theta_p}{\partial y} H_p = 0,$$

à laquelle satisfera H_p et dont les invariants seront

$$-\frac{\partial^2 \log\theta_p}{\partial x\,\partial y},\qquad -\frac{\partial^2 \log\theta_{p+1}}{\partial x\,\partial y}.$$

Il y a donc, en quelque sorte, réciprocité entre les θ_p et les H_p, et l'on peut énoncer le théorème suivant :

Si l'on prend une solution quelconque θ *de l'équation* (E), *qui est l'équation de Laplace la plus générale mise sous forme canonique*, *et qu'on en déduise, par l'application répétée des formules* (1), *toutes les solutions* θ_i *des différentes équations* (E_i) *qui forment la suite de Laplace dérivée de* (E), *il existera une suite de Laplace formée également d'équations canoniques* (E'_i) *et telle que l'équation* (E'_{-p}) *aura pour invariants*

$$-\frac{\partial^2 \log\theta_p}{\partial x\,\partial y},\qquad -\frac{\partial^2 \log\theta_{p+1}}{\partial x\,\partial y}$$

et admettra la solution H_p.

3. Revenons aux équations (1). Elles vont nous permettre de montrer que, si l'on sait résoudre l'une des équations d'une suite de Laplace par la méthode de Riemann, on saura appliquer la même méthode à toutes les équations de la suite.

Supposons, en effet, qu'on veuille intégrer l'équation (E_p) par la méthode de Riemann. Il faudra, d'après les résultats connus (¹), trouver une solution θ_p de cette équation, telle qu'on ait

$$\text{pour } x = x_1 \qquad \theta_p = \frac{H_p(x_1, y)}{H_p(x_1, y_1)},$$

$$\text{pour } y = y_1 \qquad \theta_p = \frac{H_{p-1}(x, y_1)}{H_{p-1}(x_1, y_1)}.$$

En se reportant aux formules (1), on verra facilement que la solution θ_{p-1} de (E_{p-1}) correspondante à la solution θ_p cherchée de (E_p) doit être nulle pour $y = y_1$ et égale à $-\frac{H_{p-1}(x_1, y_1)}{H_p(x_1, y_1)} \frac{\partial}{\partial x_1} \frac{H_{p-1}(x_1, y)}{H_{p-1}(x_1, y_1)}$ pour $x = x_1$. On saura donc trouver cette solution, par une simple quadrature portant sur la seule variable y, si l'équation (E_{p-1}) est intégrable par la méthode de Riemann.

On verrait de même, en échangeant x et y, que, au lieu de passer d'une équation à la suivante, on peut passer à la précédente. Ainsi :

Si l'on sait résoudre, par la méthode de Riemann, l'une des équations d'une suite de Laplace, on pourra appliquer la même méthode à toutes les équations de cette suite.

ÉLECTRICITÉ. — *Diagramme des alternateurs à enroulement inducteur distribué le long de l'entrefer.* Note (²) de M. **André Blondel**.

La théorie que j'ai développée s'applique aux alternateurs ayant un système inducteur dissymétrique, c'est-à-dire formé de noyaux inducteurs avec des pièces polaires d'où s'échappent des flux inducteurs; les axes des pôles inducteurs sont ainsi géométriquement fixés et seul le flux de réaction directe se ferme par ces pôles, tandis que le flux de réaction transversale se ferme localement à travers les pièces polaires.

Il existe, depuis quelques années, une autre catégorie d'alternateurs employés avec les turbines à vapeur et qui n'a pas, à proprement parler, de pôles inducteurs, ni d'axes polaires. L'inducteur est une masse de fer

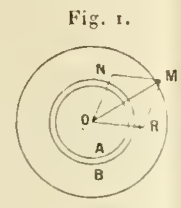
(¹) Voir le Livre IV (Chap. IV) de mes *Leçons*.

(²) Reçue dans la séance du 12 octobre 1914.

cylindrique, concentrique à l'induit et portant le long de sa périphérie [1] l'enroulement inducteur distribué dans des encoches. La variation de la force magnétomotrice de cet enroulement inducteur le long de l'entrefer suit une loi sensiblement triangulaire (c'est-à-dire que la courbe représentative des forces magnétomotrices sur une épure représentant l'entrefer développé suivant une droite est représentée par une série de lignes droites obliques formant des triangles isoscèles alternativement au-dessus et au-dessous de la ligne de zéro du potentiel magnétique).

Le triangle est plus ou moins tronqué en forme de trapèze lorsqu'une partie de la périphérie de l'inducteur ne contient pas d'enroulement induc-

Fig. 1.



teur. On peut, au degré d'approximation de la pratique, substituer à cette loi trapézoïdale une loi sinusoïdale représentant la sinusoïde principale du développement en série de Fourier.

Nous supposerons dans le cas général qu'il s'agit d'un alternateur polyphasé. Comme, dans la construction moderne, chaque phase de l'induit embrasse plusieurs encoches, on peut sans erreur pratique remplacer également la loi de variation des forces magnétomotrices de l'enroulement induit parcouru par des courants triphasés symétriques, par une loi sinusoïdale. On a donc en définitive, le long d'un entrefer dont la largeur est de l'ordre de grandeur de 1^{cm} à 2^{cm}, ou même davantage, deux enroulement produisant des forces magnétomotrices sinusoïdales, dont les axes ne seront, en général, pas en coïncidence. Sur la figure 1 la masse de fer de

---

[1] Dans certaines constructions, l'enroulement n'occupe pas toute la périphérie de l'inducteur, mais présente des lacunes plus ou moins étendues laissant apparaître des pôles lisses plus ou moins larges, dans le but d'obtenir la meilleure utilisation du cuivre inducteur avec le minimum d'échauffement. Si cette lacune de l'enroulement inducteur n'est pas très large, on peut considérer l'enroulement comme continu, c'est-à-dire appliquer sans correction la théorie exposée dans la présente Note; au contraire, si les pôles apparents sont larges et occupent, par exemple, plus d'un quart de l'espace interpolaire, la dissymétrie du système inducteur devient assez notable pour qu'il faille appliquer la théorie des deux réactions comme correction, ainsi qu'on l'exposera plus loin.

l'inducteur est représentée par A et celle de l'induit par B; l'axe de la force magnétomotrice maxima de l'inducteur est représenté par la droite $\overline{OM}$, tandis que l'axe de la force magnétomotrice de l'induit est représenté par $\overline{ON}$.

Si la machine est génératrice, O*n* est, comme le représentent les flèches, opposé partiellement à $\overline{OM}$; la résultante de $\overline{OM}$ et de $\overline{ON}$ sera donc le vecteur $\overline{OR}$ dirigé suivant une direction partiellement concordante avec $\overline{OM}$. Cette direction OR définira l'axe de la densité maxima du flux émis par l'inducteur à travers l'induit et dont la répartition sera sensiblement sinusoïdale le long de l'entrefer, si l'on néglige pratiquement l'influence de la saturation des dentures et des masses de fer vis-à-vis de l'entrefer [1].

Le circuit magnétique donne lieu à trois séries de fuites :

1° Les fuites f_1 du circuit inducteur à la sortie du noyau inducteur. Il est évident que l'axe du maximum de ces fuites, qui seront réparties aussi sinusoïdalement, coïncidera avec l'axe du maximum de la force magnétomotrice à la périphérie de l'inducteur, et l'on aura pour expression $\alpha_1 N_1 I_1$, en appelant N_1 le nombre de spires, I le courant inducteur et α_1 une constante convenable.

2° Les fuites f_2 shunteront, à l'entrée de l'induit et par les dentures de celui-ci, le flux qui pénètre dans l'induit; l'axe du maximum de ces fuites coïncidera évidemment avec l'axe du maximum de la force magnétomotrice sur la périphérie de l'induit [2].

---

[1] On pourra du reste faire une correction sur la loi de répartition du flux à titre de seconde approximation une fois qu'on aura déjà calculé la machine. Mais quand il s'agit simplement d'étudier les propriétés des alternateurs et leur condition de fonctionnement, on est obligé de faire abstraction de cette correction et de traiter les flux et les forces magnétomotrices comme si leur répartition était sinusoïdale, c'est-à-dire de considérer seulement dans tous les phénomènes le terme harmonique fondamental, qui est d'ailleurs prépondérant; les raffinements qui consistent à faire intervenir les termes harmoniques supérieurs compliquent beaucoup trop les problèmes et ne sont pas toujours justifiés par le degré d'approximation assez faible dont on est obligé de se contenter à beaucoup d'autres points de vue dans les mêmes problèmes.

[2] Certains auteurs ont cru que les fuites de l'induit étaient en phase avec la force magnétomotrice de l'induit, c'est-à-dire ici ON, parce qu'ils attribuent ces fuites à l'induit lui-même, tandis qu'en réalité elles sont prélevées sur le flux inducteur, comme je l'ai montré dans une précédente Note (*Comptes rendus*, 28 juin 1914, t. 158, p. 1961).

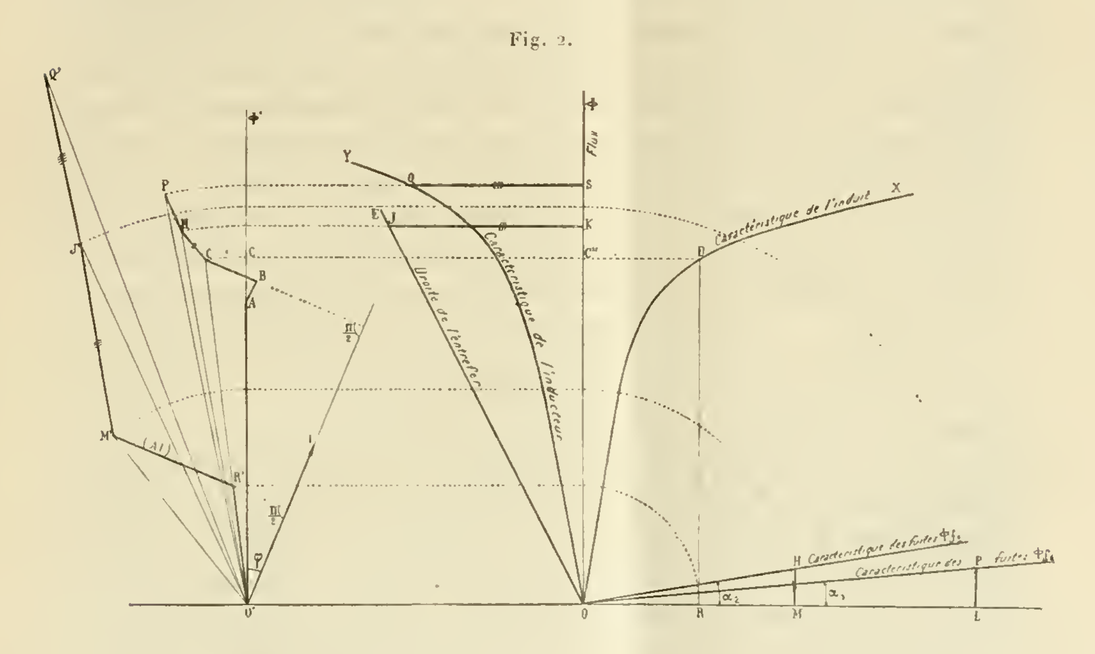
Ce flux aura pour amplitude totale

$$\alpha_2 \overline{\mathrm{OM}},$$

en appelant α_2 une constante convenable.

3° Les fuites f_3, qui se produisent autour des fils de l'induit placé dans les parties situées en dehors des encoches et qui, plus généralement, ne peuvent être attribuables qu'à un flux propre produit par l'induit sur lui-même; ces

Fig. 2.



fuites, peu importantes par rapport aux précédentes, ont évidemment leur axe de maximum dirigé suivant le même axe que la force magnétomotrice ON produite par les ampères-tours de l'induit; le flux aura pour expression

$$\alpha_3 \mathrm{ON} = \frac{\omega l_{f_3} \mathrm{I}}{k\mathrm{N} \dfrac{\omega}{2\sqrt{2}\,q}} = \frac{2\sqrt{2}\, l_{f_3} q \mathrm{I}}{k\mathrm{N}},$$

en appelant α_3 une constante convenable, N le nombre total de fils périphériques, q le nombre de phases.

Cela posé, il est facile de tracer (*fig.* 2) le diagramme qui permettra de

calculer les flux et les ampères-tours dans les différents points de la machine en supposant connues comme précédemment [1] la caractéristique de l'induit à vide, la caractéristique de l'entrefer et la caractéristique des inducteurs seuls et trois droites ayant les coefficients angulaires $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ et qui serviront à calculer les trois flux de fuites. Dans cette épure (*fig.* 2), les flux sont portés en ordonnées et les ampères-tours en abscisses à droite et à gauche de l'origine.

Nous tracerons en outre sur la figure 2, à gauche de O et à partir d'une origine O′, le diagramme vectoriel des ampères-tours et des forces électromotrices de l'induit, qui donne en même temps le diagramme des flux correspondants, si l'on choisit une échelle des forces électromotrices telle que la force électromotrice induite dans chaque phase de l'alternateur soit représentée par un vecteur égal au flux tournant total qui la produit.

On portera sur la verticale O′A la différence de potentiel aux bornes de l'alternateur. Le vecteur I représentera le courant débité par l'alternateur sur le circuit extérieur dont le décalage de phase est représenté par l'angle φ; par convention, les ampères-tours produits par l'induit $K\frac{N}{2p}I\sqrt{2}$ seront représentés par un vecteur O′N′ perpendiculaire à O′D.

Dans le cas particulier, l'alternateur est supposé générateur, mais la même construction s'applique aussi bien au cas où il joue le rôle de récepteur, en tenant compte du décalage de courant.

Connaissant le flux utile $\Phi_u = O'A$ à produire dans l'induit, on peut déterminer sur l'axe des abscisses un vecteur OR égal au vecteur OR de la figure 1 et qui représentera les ampères-tours nécessaires pour faire passer dans l'induit un flux réel $\Phi_a = O'C$; ce flux s'obtient en traçant, à partir de l'extrémité A′ du vecteur O′A′ représentant la force électromotrice, deux vecteurs A′B et BC respectivement parallèle et perpendiculaire au vecteur du courant I et ayant respectivement pour expression $r'I$ et $\omega l_{f_3} I$; $\overline{O'C}$ représente alors le flux qu'il faut faire passer dans l'induit; si l'on trace l'arc de cercle CC′ ayant O′ pour centre, puis la droite C′C″D, parallèle à l'axe des abscisses, son intersection D avec la caractéristique d'induit détermine par son abscisse OR les ampères-tours nécessaires pour le passage de ce flux dans le fer induit.

Du point O′ on porte sur O′C le vecteur O′R′ égal au vecteur OR,

[1] Cf. *Comptes rendus*, t. 159, 12 octobre 1914, p. 570.

puis R′M′ perpendiculaire à OI et égal à

$$K\frac{N}{2p}I\sqrt{2};$$

la résultante O′M′ représente les ampères-tours qu'il faut appliquer pour faire passer le flux Φ_a et vaincre en même temps les contre-ampères-tours. Autrement dit, O′M′ est la différence de potentiel magnétique maximum à la périphérie de l'induit.

Le flux de fuite entre dents Φ_{f_2} est donc l'ordonnée MH de la droite $O\Phi_{f_2}$ correspondant à l'abscisse OM = O′M′.

Le flux passant dans l'entrefer Φ_e est la résultante O′H′ du vecteur O′C et du vecteur CH′ = MH = Φ_{f_2}, parallèle à O′M′. On en déduit facilement les ampères-tours maximum nécessaires pour l'entrefer JK qu'on porte en M′J′ parallèlement à O′H′.

La résultante O′J′ représente la différence de potentiel magnétique maximum à la périphérie de l'inducteur, d'où le flux des fuites Φ_{f_1} = PL ordonnée de la droite $O\Phi_{f_1}$ pour l'abscisse OL = O′J′.

Enfin le flux inducteur est la résultante O′P′ des vecteurs O′H′ et H′P′ = LP, ce dernier porté parallèlement à O′J′. On en tire sur la caractéristique de l'inducteur les ampères-tours nécessaires pour celui-ci : QS qu'on porte à partir de J′ parallèlement à O′P′ en J′Q′. Le vecteur $\overline{O'Q'}$ représente les ampères-tours totaux d'excitation pour le régime considéré.

Quand il s'agit d'alternateur à inducteur cylindrique, mais ne portant des enroulements que sur une partie de sa périphérie, la théorie qui précède n'est plus rigoureusement applicable, parce qu'on ne peut considérer les ampères-tours inducteurs comme distribués sinusoïdalement, ni les perméances du circuit magnétique comme indépendantes de la direction du flux. Il faut donc appliquer dans ce cas la théorie des deux réactions; mais d'autre part le calcul des réluctances des circuits magnétiques directs et transversaux dépend lui-même de la répartition du flux à la périphérie de l'inducteur, car cette répartition fait varier la saturation des dents.

Le meilleur procédé de calcul est alors le suivant :

1° On déterminera, *en première approximation*, la position du vecteur de flux par la construction donnée ci-dessus; puis, en supposant le flux réparti sinusoïdalement, on calculera l'induction dans les dents et pièces polaires et, par suite, la réluctance des différentes parties du circuit magnétique de l'inducteur.

2° On tracera ensuite le parcours des flux directs et transversaux dans

les pièces polaires de l'inducteur pour en déduire les réluctances correspondantes, auxquelles il faut ajouter celle du reste du parcours des flux.

Les réluctances dans le noyau de l'inducteur et les dentures de l'induit resteront indépendantes de l'orientation du flux et dépendront seulement du flux total dans l'induit et du flux total dans l'inducteur. Ces réluctances, une fois calculées, seront applicables sans changement aux flux directs et transversaux.

3° On appliquera alors, *en seconde approximation*, la construction relative aux alternateurs à pôles en fonction des réactions directe et transversale.

La méthode exposée ci-dessus pour les alternateurs sans pôles présente donc un intérêt général pour tous les alternateurs à inducteur cylindrique, même si l'enroulement inducteur est incomplet [1].

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Lund d 1914, faite à l'Observatoire de Marseille (chercheur de comètes).* Note de M. **Coggia**, présentée par M. B. Baillaud.

Date. 1914.	Temps moyen de Marseille.	ΔÆ.	ΔⅅD.	Nombre de comp.	Æ apparente.	Log. fact. parall.	D apparente.	Log. fact. parall.	★
Oct. 21..	7h57m20s	+0m15s,47	+1'38",5	10:5	21h44m51s,40	+2,271	−0°38'54",0	−0,784	a

[1] Les calculs des ampères-tours utiles de l'inducteur et des harmoniques produites par l'irrégularité de la répartition de l'enroulement ont déjà été exposés par Stanley-P. Smith (*Journal of the Institution of Electrical Engineers*, août 1911, p. 562). Il résulte des calculs effectués par cet auteur pour le rotor à 32 encoches, dans lesquels le rapport du nombre des encoches occupées au nombre total varie de 0 à 1, que plus l'enroulement inducteur est concentré, plus est grande l'onde fondamentale et plus est importante la proportion des harmoniques, mais que, dans les conditions ordinairement réalisées, les harmoniques supérieures au troisième sont pratiquement négligeables. Or, on sait qu'on élimine l'harmonique 3 par le couplage des phases en étoile. Les hypothèses faites dans la précédente Note sont donc considérées comme légitimes pour la pratique.

Position de l'étoile de comparaison.

Gr.	Æ moyenne, 1914,0.	Réduction au jour.	⒟ moyenne, 1914,0.	Réduction au jour.	Autorité.
8,6	$21^h44^m32^s,48$	$+3^s,45$	$-0°40'50'',3$	$+17'',8$	5515 Nicolajew

La comète est diffuse, sans noyau ni condensation appréciable. Éclat 10^m-11^m.

M. **Bigourdan** communique à l'Académie un télégramme qu'il vient de recevoir de M. *Comas Solà*, directeur de l'Observatoire Fabra, à Barcelone, et signalant une comète qui se trouve dans la région que la comète d'Encke occupe actuellement.

Le 25 octobre, à 16^h, temps de Barcelone, cet astre avait les coordonnées approximatives suivantes :

$$Æ = 11^h 27^m,$$
$$\text{Décl.} = +50° 36'.$$

Mouvement vers le Sud-Sud-Est : 5° par jour.

La comète est visible dans une jumelle.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse de Soleil du 21 août 1914, à Ksara* (¹). Note (²) de M. B. Berloty, présentée par M. Bigourdan.

I. Observations astronomiques. — A Ksara, l'éclipse était partielle.

1° *Contacts.* — Le deuxième contact seul a été observé avec précision. L'observation s'est faite par projection sur un écran, avec une lunette de 95^{mm} d'objectif et le grossissement 100. L'observation était bonne; elle a donné

$$tmK = 4^h 48^m 15^s,6.$$

Le calcul, d'après la *Connaissance des Temps* aussi bien que d'après le *Nautical Almanac*, conduisait à

$$tmK = 4^h 48^m 38^s.$$

(¹) Ksara : latitude Nord, 33°49'26"; longitude Est Paris, $2^h 14^m 12^s$; altitude, 918^m. tmK = temps moyen Ksara, astronomique.

(²) Présentée dans la séance du 19 octobre 1914.

On a donc

$$O - C = -22^s,4.$$

L'impression de plusieurs observateurs européens, dont les montres étaient à peu près réglées, est aussi que le premier contact est arrivé en avance sur l'heure calculée.

2° *Occultation d'une tache solaire.* — Une grande tache solaire, avec ombre et pénombre, se montrait alors sur le Soleil; elle était assez volumineuse pour que plusieurs observateurs aient pu la distinguer sans autre secours que celui d'un simple verre fumé. On a observé les instants d'occultation comme suit :

	tmK.
	h m s
Occultation du premier bord de la pénombre.....	2.53.48,7
» du premier bord de l'ombre.........	2.54.19,9
» du deuxième bord de l'ombre.......	2.55.18,9
« du deuxième bord de la pénombre...	2.55.56,9
Émersion du deuxième bord de l'ombre.........	4. 3.57,4
» du deuxième bord de la pénombre.....	4. 4.14,7

3° *Divers.* — Vénus a été vue de plusieurs observateurs. Vers $3^h 20^m$ les montagnes de la Lune se profilent nettement sur le disque solaire.

II. Observations météorologiques. — 1° *Baromètre.* — Sept lectures du baromètre Fortin (grand modèle) ont été faites par le Fr. Saive de 2^h à 5^h; elles accusent une descente régulière jusqu'à celle faite à 4^h (baisse $= 0^{mm},6$), puis une ascension régulière (hausse $= 0^{mm},3$).

L'enregistreur indique le minimum vers $4^h 5^m$, c'est-à-dire 20 minutes environ après la phase maxima de l'éclipse.

Cela ne paraît pas différer du régime barométrique normal.

2° *Thermomètre sous abri.* — D'après l'enregistreur, commencement de baisse vers 2^h, léger ressaut à 3^h, puis baisse rapide de 5° conduisant au minimum 30° à 4^h, peu après la phase maxima. Le thermomètre remonte ensuite de 1°,4 de 4^h à 5^h, puis reprend la baisse quotidienne normale.

3° *Hygromètre.* — De 2^h à $3^h 10^m$, rien de remarquable dans la marche de l'humidité relative. A partir de cet instant elle suit l'éclipse en croissant rapidement de 17 pour 100, ce qui la fait monter à 34 pour 100 à $3^h 55^m$. Depuis cette heure jusqu'à $5^h 40^m$, elle décroît de 13 pour 100.

4° *Actinométrie.* — En Orient, un jour de beau soleil, on pouvait

s'attendre à voir l'éclipse marquer nettement son influence sur les thermomètres actinométriques.

Le P. Harald Richard a bien voulu se charger de lire les thermomètres à boule noire (N) et à boule argentée (A) pendant toute la journée du 21, en multipliant les lectures pendant l'éclipse, surtout aux instants des phases initiale, maxima et finale.

Dans le Tableau suivant, en regard des résultats obtenus le 21, on a mis les lectures faites le 16 d'heure en heure. On peut ainsi comparer l'allure actinométrique pendant l'éclipse à ce qu'elle est un jour normal :

	21 août.			16 août.		
h m	N.	A.	Diff.	N.	A.	Diff.
6. 0.. ..				14,4	13,8	0,6
30.....	34,7	23,5	11,2			
7. 0.....	39,6	32,4	7,2	31,7	29,7	7,4
8. 0.....	47,7	39,0	8,7	44,8	34,9	9,9
9. 0.....	53,0	43,5	9,5	48,7	40,1	8,6
10. 0.....	56,1	46,5	9,6	53,0	43,3	9,7
11. 0.....	58,2	48,4	9,8	56,8	47,0	9,8
11.45.....	60,6	50,6	10,0	59,4	48,5	10,9
1 p.m. 0.....	60,6	50,6	10,5	60,2	50,2	10,0
2. 0.....	61,3	51,0	10,3	60,8	50,6	10,2
15.....	61,2	50,9	10,3			
30.....	60,6	50,4	10,2			
35.....	60,4	50,2	10.2			
40.....	60,0	50,0	10,0			
45.....	59,3	49,6	9,7			
50.....	58,4	49,1	9,3			
3. 0.....	55,3	46,9	8,4	60,6	50,5	10,1
10.....	49,7	43,1	6,6			
20.....	43,8	39,9	3,9			
30.....	38,5	35,4	3,1			
35.....	36,5	34,0	2,5			
40	34,2	32,4	2,8			
45.....	32,8	31,4	1,4			
50.....	32,6	31,2	1,4			
55.....	33,3	31,4	2,9			
4. 0.....	34,8	32,4	2,4	58,2	48,6	9,6
10.....	39,0	35,0	4,0			
20.....	44,2	38,2	6,0			
30.....	47,7	40,6	7,1			
40.....	50,8	42,6	8,2			
45.....	51,5	43,0	8,5			
50.....	51,8	43,3	8,5			
5. 0.....	51,0	42,8	8,2	53,5	45,2	8,3
15.....	49,6	42,8	6,8			
6. 0.....	40,2	35,6	4,6	44,5	38,2	6,3

III. Observations magnétiques. — L'enregistreur magnétique n'était pas en activité à l'époque de l'éclipse, ce qui n'a pas permis de juger, à Ksara même, si le passage au méridien solaire de l'énorme tache du Soleil avait ou non entraîné une tempête magnétique. La question n'est pas indifférente, car les anomalies remarquées pendant l'éclipse pourraient recevoir une interprétation différente au cas d'une tempête magnétique.

Les observations ont été faites au moyen d'un magnétomètre et d'un inclinomètre du modèle de Kew, construits par Dover.

Une observation absolue faite le 20 août 1914 à $5^h 1^m$ p. m. a donné, pour la déclinaison,

$$0^\circ 16',0 \text{ W}.$$

Le 21, une observation qu'on peut rapporter à $9^h 7^m$ a. m. (heure marquant le milieu des opérations) a fourni pour l'inclinaison

$$46^\circ,8.$$

Pendant l'éclipse elle-même, un employé de l'Observatoire, Jacques Tonello, a été chargé de relever fréquemment la position de l'aiguille de déclinaison et de celle d'inclinaison. Les observations ont été faites avec soin; celles marquées *sic* ont attiré l'attention immédiate de l'observateur, qui les a vérifiées au moment même.

Les variations qu'on a inscrites dans le Tableau suivant n'ont pas de connexion certaine avec les nombres trouvés précédemment pour la déclinaison et l'inclinaison. Elles expriment seulement comment les aiguilles aimantées se sont déplacées pendant l'éclipse.

Variations de la déclinaison (vers W).		Variations de l'inclinaison.	
h m	'	h m	'
1.32	0,0	1.33	0
47	0,0	48	0
2. 2	0,2	2. 3	−2
17	0,6	18	−1
32	1,1	33	−1
37	1,5	38	+5 (*sic*)
42	1,7	43	−1
47	1,7	48	−1
52	1,9	53	−2
57	1,9	68	−2
3. 2	2,0	3. 3	−1
7	2,4	8	−1
12	2,8	13	+2 (*sic*)
17	2,1	18	+3
22	3,3	23	+3
27	3,3	28	+3
32	3,5	33	+3
37	3,5	38	+5
3.42	3,9	3.43	+5
47	4,1	48	+5
52	4,1	53	+5
57	4,4	58	+5
4. 2	4,3	4. 3	+5
7	4,3	8	+5
12	4,1	13	+4
17	4,1	18	+3
22	3,7	23	+3
27	3,7	28	+3
32	3,7	33	+3
37	3,7	38	+3
42	3,5	48	+3
47	3,5	5. 3	+2
5. 2	3,3	18	+6 (*sic*)
17	3,3	33	+6
32	3,3		

D'après un certain nombre de diagrammes enregistrés à la cave magnétique de Ksara en juillet 1910, septembre 1910 et août 1909, un maximum de la déclinaison vers W aurait lieu normalement entre 1^h et 2^h p.m.; le minimum suivant tombe entre 5^h et 6^h, ainsi qu'il est ordinaire dans l'hémisphère nord. Les valeurs observées le jour de l'éclipse montrent, au contraire, une déviation vers W très sensible de la déclinaison de $1^h 47^m$ à $3^h 57^m$ (plus de 4 minutes), c'est-à-dire peu après la phase maximum. La déclinaison décroît ensuite de 1 minute environ. Ainsi le passage de la Lune devant le Soleil aurait été marqué par une allure anormale de l'aiguille de déclinaison.

Les observations d'inclinaison montrent, immédiatement après le début de l'éclipse, un brusque saut de $+6'$ puis $-6'$; une baisse $-1'$, suivie d'un relèvement de $+1'$ pendant le moment où la tache s'éclipsait. Le maximum de l'inclinaison a eu lieu pendant la phase maxima de l'éclipse et une chute de 2 minutes a suivi la réapparition de la tache.

M. **Maurice Gandillot** adresse un Mémoire intitulé : *Le problème de la relativité*.

M. **Ch.-H. Duncan** adresse des brochures relatives à l'*Autothérapie en chirurgie* et à l'*Autothérapie dans les infections purulentes*.

(Renvoi à l'examen de M. Laveran.)

A 15 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures et demie.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 septembre 1914.

La Revue électrique : Bulletin de l'Union des Syndicats de l'Électricité; 11e année, n° 256, t. XXII, vendredi 21 août 1914. Paris, Gauthier-Villars, 1914; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de l'Académie de Médecine; 78e année, 3e série, t. LXXI, n° 29, séance du 28 juillet 1914. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; 106e année, 7e série, t. X, n° 6, 16 septembre 1914. Paris, O. Doin et fils; 1 fasc. in-8°.

Bulletin mensuel des renseignements agricoles et des maladies des plantes; 5e année, n° 9, septembre 1914. Rome, Imprimerie de l'Institut international d'Agriculture; 1 fasc. in-8°.

Collected papers from the Research laboratory Parke, Davis and Co, Detroit, Mich.; *Reprints :* t. II, 1914; 1 vol. in-8°.

List of members of the British Astronomical Association; september 1914. Londres; 1 fasc. in-8°.

New-York meteorological Observatory; july 1914 : *hourly relative humidity.* New-York, Central Park; 1 fasc. in-4°.

Contribución al conocimento geológico de los territorios del Rio Negro y Neuquén, con un estudio de la region petrolifera de la parte central del Neuquén, por el Dr Anselmo Windhausen. Buenos-Ayres, 1914; 1 fasc. in-4°.

República oriental del Uruguay. Revista del Ministerio de Industrias; anno II, n° 9, febrero, marzo y abril de 1914. Montevideo; 1 fasc. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 3 NOVEMBRE 1914.

PRÉSIDENCE DE M. P. APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MINÉRALOGIE. — *Les produits d'altération des roches silicatées alumineuses, et en particulier les latérites de Madagascar.* Note [1] de M. **A. Lacroix.**

La comparaison du mode de décomposition des roches silicatées alumineuses à Madagascar et en Guinée apporte une nouvelle preuve de la complexité de la question de la latérite.

En Guinée [2] et d'une façon plus générale en Afrique occidentale, toutes les fois qu'il est possible de suivre les diverses étapes de la décomposition depuis une roche intacte jusqu'à la surface du sol, on distingue nettement deux zones superposées : l'une à la base que j'ai appelée la « zone de départ », l'autre qui est la « zone de concrétion ».

Il existe dans la zone de départ deux modes d'altération distincts, fixés dès le début, et qui sont liés à la nature de la roche originelle ; dans le cas des gabbros, des diabases, des syénites néphéliniques, la zone de départ commence brusquement par l'élimination de la plus grande partie de la silice, de la chaux, de la magnésie et des alcalis, et par la production d'hydrate d'alumine cristallisé (hydrargillite) ; il en résulte des latérites gibbsitiques silicatées ; dans le cas des granites, des gneiss, des micaschistes, la décomposition s'effectue d'une façon progressive, il se produit d'abord un silicate d'alumine quelquefois cristallin, plus souvent colloïde, qui, peu à peu suivant la verticale, se transforme en hydrate colloïde.

---

[1] Communication faite dans la séance du 27 octobre 1914.

[2] A. Lacroix, *La latérite de la Guinée et les produits d'altération qui leur sont associés* (*Nouv. Arch. Muséum*, t. V, 1913, p. 255-356, pl. 10-17).

Dans la zone de concrétion, l'élimination de la silice et des autres éléments s'achève, et, en tout cas, l'état définitif tend vers la composition d'hydrate d'alumine de plus en plus pur, mais l'état physique de celui-ci n'est pas toujours le même; il est cristallisé (hydrargillite) dans le premier type, colloïde, avec parfois structure pisolitique, dans le second (latérite bauxitique); on trouve bien parfois aussi dans ce dernier de l'hydrargillite, mais la formation de ce minéral est due à une cristallisation postérieure.

Quant au fer, qui accompagne l'hydrate d'alumine, dans tous les cas et à tous les niveaux, il existe à l'état d'hydrate (limonite ou stilpnosidérite) et subit une ascension progressive de la zone de départ à celle de concrétion dans laquelle il s'accumule. Dès que les conditions topographiques (sol horizontal ou peu incliné) le permettent, la partie supérieure de la zone de concrétion prend la forme d'une cuirasse très ferrugineuse, durcissant à l'air, ayant parfois quelques mètres d'épaisseur. Elle est *continue* et peut être suivie presque sans interruption sur des milliers de kilomètres de la côte au Niger, puis au delà de celui-ci dans le Soudan.

Voilà essentiellement en quoi consiste la décomposition des roches silicatées alumineuses dans l'Afrique occidentale.

A Madagascar, les conditions géographiques sont beaucoup plus complexes qu'en Guinée, où l'altitude maximum ne dépasse qu'exceptionnellement 950^m (Fouta-Djalon). La Grande Ile se prêterait merveilleusement à une étude méthodique de la décomposition des roches silicatées sous l'influence du climat tropical. Elle se développe en effet sur près de 14° de latitude, entre le 11°57′17″ de latitude Sud (Cap d'Ambre) et le 25°38′55″ (Cap Saint-Marie). Seule l'extrémité méridionale de l'île, au sud du parallèle de l'Onilahy (baie de Saint-Augustin), se trouve en dehors de la zone intertropicale et échappe par suite à la présente discussion. Les régions côtières sont plates ou peu élevées au-dessus de la mer, le reste de l'île est montagneux et d'altitude variée, atteignant 2680^m au Tsiafajavona et 2886^m au Tsaratanana.

La constitution pétrographique est très complexe; des affleurements des mêmes groupes de roches existent, du nord au sud de l'île, aux altitudes les plus différentes. Il serait donc possible de suivre systématiquement l'influence de l'altitude et de la latitude sur le mode de décomposition d'une roche donnée en fonction des conditions climatériques, aujourd'hui assez bien connues dans toute l'étendue de la colonie.

Les quelques mois que j'ai passés dans celle-ci et les multiples questions

que j'y ai étudiées ne m'ont permis que d'effleurer ce sujet, mais aux observations que j'ai recueillies le long de mes itinéraires, je puis joindre des vérifications que M. Perrier de la Bathie a bien voulu, sur ma demande, faire depuis lors toutes les fois que mes recherches de laboratoire en montraient la nécessité. Voici quelques-uns des résultats acquis dès à présent :

Le géologue, qui, après avoir visité l'Afrique tropicale, parcourt Madagascar est frappé tout d'abord par l'absence, *comme fait général*, d'une cuirasse ferrugineuse. Le plus souvent, la surface du sol est constituée, non par une *croûte pierreuse*, mais par de la *terre* rouge. Sans doute une telle cuirasse n'est pas totalement absente; c'est ainsi que dans certaines vallées [1], sur plusieurs plateaux basaltiques de l'Ankaratra, sur quelques tampoketsa [2] granitiques, on trouve çà et là une surface durcie, concrétionnée, mais elle est peu épaisse et constitue une exception. D'ordinaire, le sol superficiel est rubéfié; les concrétions [3] ferrugineuses qu'on y observe fréquemment sont *discontinues* (grains, nodules, gâteaux irréguliers). Les très nombreuses tranchées des routes, des chemins de fer, des exploitations d'or et de graphite fournissent d'innombrables coupes, ne laissant aucun doute sur la généralité de cette constatation.

Une seconde différence à relever entre le phénomène à Madagascar et en Afrique consiste dans l'absence de cette spécialisation du mode de décomposition suivant la nature de la roche originelle, qui est si frappante en Guinée.

La décomposition des diabases, des basaltes, des syénites en latérites gibbsitiques semblables à celles de l'Afrique s'observe bien dans un grand nombre de gisements malgaches, mais je n'y ai rencontré que le stade (encore un peu silicaté) caractéristique de la zone de départ africaine. En

(1) Ce sont d'ordinaire des latérites d'alluvions, quelquefois pisolitiques, essentiellement constituées par de l'hydrate de fer alumineux, cimentant des grains de quartz. Dans la plaine d'Ankay, il existe des couches ferrugineuses avec empreintes de plantes, qui paraissent avoir été formées dans des marais; elles ne sont pas pisolitiques.

(2) Plateaux horizontaux stériles ou recouverts seulement d'une maigre végétation et comparables aux bowals de la Guinée.

(3) Dans la zone superficielle d'altération des granites et des gneiss, on rencontre souvent des pierres blanches ou rosées, ayant la forme de racines ou de coraux ; elles ont la même composition minéralogique et chimique et la même structure microscopique que les matériaux incohérents qui les entourent. Elles ne sont pas spéciales à un type particulier d'altération (gibbsitique ou argileux). Je me réserve de discuter ultérieurement leur mode de formation.

outre de ce mode d'altération, il existe aussi des transformations totales en silicate d'alumine colloïde avec hydrate également colloïde, réalisant un type d'altération très rare ou inexistant en Guinée dans ce type de roches.

Pour les gneiss, les micaschistes, les granites, constituant la plus grande partie du Massif central, cette transformation en silicate d'alumine avec hydrate est le mode d'altération le plus fréquent. C'est lui qui est réalisé dans la plus grande partie des terres rouges ([1]). Voici trois exemples typiques de composition de ces roches altérées recueillies près de la surface et représentant par suite le stade d'altération maximum dans le lieu considéré (il s'agit là de la composition de la partie de la roche attaquable par l'acide sulfurique étendu) (analyses de M. Pisani) :

a. Arène granitique d'Anosizato, près Tananarive (décomposition incomplète, 58 pour 100 de résidu insoluble);

b. Altération complète du micaschiste de Vahinambo (27 pour 100 de résidu insoluble);

c. Éluvion recouvrant la roche *a*.

	a.	*b.*	*c.*
SiO^2	22,20	24,64	28,4
Al^2O^3	35,80	46,03	47,4
Fe^2O^3	17,80	8,54	12,7
CaO	2,02	0,27	»
TiO^2	1,05	1,37	0,6
H^2O	16,60	19,12	11,0
	99,57 ([2])	99,97	100,1

C'est aux dépens des éluvions incohérents et des terres rouges possédant encore la texture de la roche originelle que se forment les terres arables, qui ont été étudiées depuis longtemps au point de vue agricole par notre confrère, M. Müntz; c'est aussi dans ces mêmes terres malgaches que notre confrère, M. Th. Schlœsing, a démontré pour la première fois l'existence d'alumine libre associée à l'argile.

Ce genre d'altération est comparable à celui qui caractérise au plus la partie supérieure de la zone de départ de la Guinée. Il est exceptionnel de rencontrer un stade aussi évolué que la latérite bauxitique de la zone de

([1]) La nature argileuse de ces terres superficielles explique la généralité de leur emploi par les Malgaches du Massif central pour la construction de leurs maisons en *pisé*, tandis qu'en Guinée la cuirasse latéritique fournit des *pierres* de construction.

([2]) Y compris FeO, 1,40; MgO, 2,25; alcalis, 0,45.

concrétion africaine. Je l'ai observé dans une croûte superficielle du tampoketsa d'Ankazobé, dont la composition est la suivante : SiO^2, 1,00; Al^2O^3, 46,30; Fe^2O^3, 20,70; H^2O, 24,60; quartz, 8,20.

En outre de ce type d'altération on constate aussi, et surtout aux dépens du granite et de la pegmatite, une transformation en un kaolin, identique à celui des climats tempérés, mais avec parfois quelques centièmes d'hydrate d'alumine libre et un peu de silicate alumineux colloïde accompagnant les paillettes hexagonales (prédominantes) de kaolinite. Tel est le cas réalisé aux dépens de la pegmatite de Maharitra (SiO^2, 43,4; Al^2O^3, 39,5; H^2O, 17,1). Les Malgaches connaissent bien ce kaolin; ils le lavent pour en faire de petites galettes vendues sur les marchés pour le blanchissement des maisons et aussi pour la consommation; la funeste habitude de la géophagie n'est pas très rare à Madagascar et les affections qu'elle détermine ont fait, de la part du Dr Fontoynont et de ses élèves, l'objet d'intéressantes observations dans les hôpitaux de Tananarive.

Enfin, un dernier mode d'altération, non observé dans de semblables conditions en Guinée, est aussi très fréquent; il a été vu pour la première fois par M. Max Bauer aux Seychelles et sur un échantillon de granite de Madagascar; j'en ai trouvé d'innombrables exemples, dont les détails seront précisés ultérieurement. Il consiste dans la production d'une latérite gibbsitique comparable à celle des diabases, avec cette différence que le quartz inattaquable subsiste et que, grâce à l'extrême pauvreté en fer ou même à l'absence de cet élément, ces latérites sont de couleur claire, parfois même parfaitement blanches. Toutefois, à l'inverse de ce qui se passe pour les diabases, ici la décomposition est *progressive* et il est possible de rencontrer les termes successifs d'une décomposition de plus en plus complète. Tout d'abord les feldspaths se fissurent, puis peu à peu la roche s'émiette; dans toutes les fissures microscopiques se développent des paillettes d'hydrargillite noyées dans un produit colloïde; l'analyse suivante (SiO^2, 24,8; Al^2O^3, 51,8; H^2O, 23,4) montre que celui-ci est silicaté.

Quand la transformation est totale, la roche résultante est caverneuse et ressemble à un tuf calcaire; l'hydrargillite y existe seule ou bien elle est accompagnée de kaolinite, qui généralement se concentre dans les intervalles des cloisons formées par l'hydrargillite. Dans le cas du granite, la latérite prend un aspect pseudoporphyrique; les grains intacts de quartz simulent des phénocristaux, alors que l'hydrargillite, souvent très largement cristallisée et dépourvue de macles, rappelle par sa structure microgrenue une pâte feldspathique. L'analyse d'une épigénie du microcline

de la pegmatite d'Ankeba (SiO^2, 1,34; Al^2O^3, 63,02; Fe^2O^3, 1,03; H^2O, 34,61) donne un exemple de transformation en hydrargillite presque pure.

J'appelle l'attention de ceux qui poursuivront cette étude sur la très grande importance théorique que présenterait la recherche de la cause de ces différents modes d'altération, qu'on observe aux dépens des mêmes roches (pegmatites), non seulement à la même altitude, mais encore dans des localités situées à quelques kilomètres de distance (Maharitra et Tsilaisina par exemple) et dans des conditions qui semblent les mêmes. Je ne vois pour l'instant aucune explication satisfaisante à proposer.

De même qu'en Guinée, à Madagascar les phénomènes qui nous occupent se poursuivent depuis un très long laps de temps. En effet, un sondage, qui vient d'être effectué à Antsirabé pour le captage d'une source thermale, a traversé 28^m de dépôts fluviatiles renfermant à leur partie supérieure les ossements d'Æpyornis et d'autres Vertébrés; le sondage s'est arrêté au sous-sol gneissique, qui est recouvert par une couche rougeâtre peu cohérente consistant en grains clastiques de quartz, de feldspaths, de chlorite, enveloppés dans une argile rougeâtre; la composition chimique de cette dernière (SiO^2, 20,75; TiO^2, 1,55; Al^2O^3, 45,92; Fe^2O^3, 9,00; MgO, 2,40; alcalis, tr.; H^2O, 20,55) est comparable à celle de l'éluvion d'Anosizato. Cette analogie permet de conclure que les conditions climatériques de l'île n'ont pas changé depuis la lointaine époque à laquelle ont commencé à se déposer les alluvions d'Antsirabé.

En terminant, je ferai remarquer que, d'après ce qui précède, les terres rouges de Madagascar sont improprement appelées des *latérites*: ce sont tout au plus des *argiles latéritiques* et souvent de simples argiles; des latérites dans le sens strict du terme [1] constituent seulement les produits de décomposition des diabases, gabbros (latérites silicatées pour la plupart) et surtout les roches de couleur claire et souvent d'un blanc vif résultant de la transformation des syénites, des granites, etc. La notion de couleur rouge, qui, dans l'esprit de tant de voyageurs, est spécifique de la latérite, n'est donc pas exacte sous une forme aussi générale.

---

[1] Les *latérites stricto sensu* renferment au moins 90 pour 100 d'hydrates de fer et d'alumine. Les *latérites silicatées*, de 90 à 50 pour 100; les *argiles latéritiques*, moins de 50 pour 100 et, quand cette teneur devient très petite, elles passent aux *argiles ordinaires*.

En présentant à l'Académie le Tome XXX des *Mémoires de l'Observatoire de Paris*, M. B. **Baillaud**, directeur, s'exprime en ces termes :

Ce volume de 500 pages contient cinq Mémoires, dont quatre ont été élaborés par des astronomes de l'Observatoire; le cinquième l'a été, pendant son séjour en France, par un stagiaire, M. Fessenkoff, envoyé à Paris par le gouvernement impérial russe.

I. La *détermination de l'orbite définitive de la comète* 1905 II, à laquelle sont consacrées les 136 pages du premier Mémoire, est l'œuvre de M. Fayet qui, depuis bientôt quatre années, nous a quittés pour aller à l'Observatoire de Nice.

Cette comète avait été trouvée par M. Borrelly, comme résultat d'une recherche systématique effectuée de part et d'autre de l'orbite de la belle comète 1903 III, qui avait atteint l'éclat d'une étoile de deuxième grandeur et avait subi, en juillet 1903, des transformations d'aspect tout à fait remarquables.

C'est par une discussion des mesures exactes faites du 31 décembre 1904 au 11 janvier 1905 que M. Fayet mit en évidence la périodicité de la comète; il l'avait soupçonnée en raison de deux caractères auxquels il attache grande confiance : la faiblesse de l'inclinaison et un faible écart entre la ligne des apsides et celle des nœuds.

Une seconde détermination des éléments elliptiques fut faite par M. Fayet d'après trois lieux normaux correspondant à janvier 0,5; 6,5; 10,5, et une observation de janvier 26.

Le présent Mémoire a pour objet une détermination définitive de l'orbite d'après la première apparition. Elle repose sur la discussion de 430 observations. Une partie importante du travail a été le calcul des positions des 241 étoiles de comparaison employées. M. Fayet remercie MM. de Azcarate de San Fernando, Donner de Helsingfors, nos confrères H.-H. Turner et Bigourdan pour l'aide qu'ils lui ont apportée à cet égard.

M. Fayet a formé huit lieux normaux dont les dates sont échelonnées entre le 2 janvier et le 23 mai 1905. Il a calculé les perturbations pendant la période des observations.

Ce Mémoire, d'une rédaction limpide, pourra servir de modèle aux jeunes astronomes qui voudront entreprendre des travaux analogues.

La comète a été retrouvée et observée en 1911.

II. Le second Mémoire contenu dans le Volume est intitulé *Étude spectrophotométrique sur le Soleil*. L'auteur est M. Jules Baillaud.

Une première Partie du Mémoire contient la description d'un spectrophotomètre photographique combiné par l'auteur au cours d'une recherche entreprise par lui, avec la collaboration d'un stagiaire roumain, M. Demetresco, pour l'établissement d'un écran en gélatine colorée de teinte neutre. M. Jules Baillaud a utilisé des idées qui avaient été émises en 1903 par M. Camichel au Tome V des *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, et par M. Cotton dans une Communication remarquable au Congrès de Mautauban. On applique le même principe que dans la méthode de l'échelle de teinte de la photométrie photographique (¹).

Dans la seconde Partie du Mémoire, l'instrument est appliqué à la *spectrophotométrie de la lumière du jour*, à l'Observatoire de Paris, pendant l'éclipse de Soleil du 17 avril 1912; une troisième et dernière Partie est intitulée : *Comparaison spectrophotométrique des radiations provenant du centre à celles provenant des bords du Soleil*.

M. J. Baillaud trouve que, le 17 avril, la lumière globale du Soleil était plus rouge que les jours suivants; il est porté à attribuer cette variation entièrement au Soleil. Les recherches de la troisième partie paraissent confirmer ces changements en montrant, à certains jours, des changements bien nets dans les rapports des intensités des diverses radiations du bord et du centre du Soleil. Ces comparaisons sont indépendantes des variations de l'atmosphère terrestre. Si les observations spectrophotométriques concordaient avec des observations pyrhéliométriques pour manifester des changements dans l'activité solaire, on serait en droit de conclure à la réalité de ces variations. Le spectrophotomètre de M. Jules Baillaud paraît donc être le complément du pyrhéliomètre dans l'étude de la constante solaire.

III. De nombreuses observations, faites sur toute la ligne de centralité, ont été discutées par M. Simonin dans un travail considérable, intitulé : *Mémoire sur l'éclipse du Soleil des* 16-17 *avril* 1912, troisième Mémoire de notre Volume.

Ce Mémoire d'un haut intérêt est divisé en quatre Chapitres concernant :

1° Observations des contacts des deux disques lunaire et solaire, faites

(¹) Un exposé de cette méthode est donné dans un Mémoire de M. J. Baillaud en cours d'impression dans le Tome XXIX des *Mémoires de l'Observatoire*.

dans 103 stations, avec un résumé des formules employées pour calculer les éléments de l'éclipse, leurs corrections et les instants des contacts;

2° 8 groupes d'observations faites dans le but de déterminer un point de la ligne centrale, et 39 observations pour l'instant de la phase maxima, avec l'ensemble des formules nécessaires à la discussion et le Tableau des résultats;

3° Observations des cordes communes, des flèches, des angles de position et des cornes, faites dans 13 stations différentes; on y a joint les formules qui ont paru les plus simples pour la discussion;

4° Discussion générale; dans ce Chapitre, on trouve des recherches sur les irrégularités du bord lunaire; M. Simonin a utilisé des recherches antérieures faites par d'autres savants sur ce sujet; il a aussi employé les résultats de mesures faites par M. Senouque sur deux clichés obtenus pendant l'éclipse par M. de la Baume Pluvinel, et par MM. Croze et Solomos sur quatre clichés de M. Millochau.

En conclusion, M. Simonin donne les corrections

$$d\alpha = 0^s,63, \qquad d\delta = +4'',3$$

à apporter aux coordonnées de la Lune publiées par la *Connaissance des Temps* et corrigées d'après Newcomb; il donne en outre les valeurs

$$R' = 15'59'',96, \qquad R = 15'32'',16$$

des demi-diamètres solaire et lunaire correspondant à la distance moyenne à la Terre.

IV. Le quatrième Mémoire de notre Tome XXX, dû à M. E. Maubant, aide astronome à l'Observatoire, est intitulé *Recherches sur l'orbite de la comète Tempel-Swift dans les trois apparitions* 1869-1870, 1880-1881, 1891-1892.

Cette comète avait été trouvée en 1869 par Tempel, à Marseille; elle fut retrouvée en 1880 par Swift. C'est Schulhof et Bossert qui affirmèrent que sa période était 5 ans et demi.

L'ensemble du travail est résumé ainsi par M. Maubant :

Première Partie : Calcul des perturbations spéciales; éléments pour chaque opposition.

Deuxième Partie : Comparaison des observations; perturbations pendant les apparitions. Lieux normaux.

Troisième Partie : Correction des éléments par la résolution des équa-

tions liant les variations des éléments à celles des coordonnées. Erreur moyenne des éléments définitifs.

M. Maubant avertit qu'il a utilisé, en les complétant, certains calculs de perturbations faits par Bossert; pour la réduction des 221 étoiles de comparaison, il a employé les formules et Tables publiées par M. Lagarde, pour faciliter l'emploi des catalogues photographiques en coordonnées rectilignes.

L'intention de M. Maubant est de poursuivre cette importante étude jusqu'à 1820; il est bien désirable qu'il puisse réaliser son projet avant cette opposition.

V. Le très intéressant Mémoire de 176 pages, intitulé *La Lumière zodiacale*, qui termine le Volume, est un exposé, par M. Fessenkoff, de l'ensemble des connaissances et des doctrines relatives à la lumière zodiacale. Ce Mémoire a été présenté à la Faculté des Sciences de Paris comme thèse de doctorat d'université. La conclusion du premier Chapitre consacré à l'historique est qu'il faut considérer la lumière zodiacale comme une sorte de nébuleuse couvrant le ciel tout entier, nébuleuse dont l'intensité augmente graduellement vers le plan de l'écliptique et dont le principal maximum coïncide avec le Soleil.

Dans le second Chapitre, l'auteur décrit l'astrophotomètre construit sur ses indications dans les ateliers de M. Maillat; cet instrument est destiné aux mesures d'éclat des surfaces des corps célestes. Il a fait, en 1913, de nombreuses observations avec cet instrument, d'abord à Meudon, puis à Peira-Cava, près Nice, à 1500^{m} d'altitude; enfin, en avril-mai, à l'Observatoire de Nice.

De la discussion des mesures l'auteur déduit des Tables donnant la distribution de l'intensité dans les diverses stations, puis une Table moyenne dont il représente les valeurs par une fonction de la latitude et de la distance angulaire au Soleil en longitude.

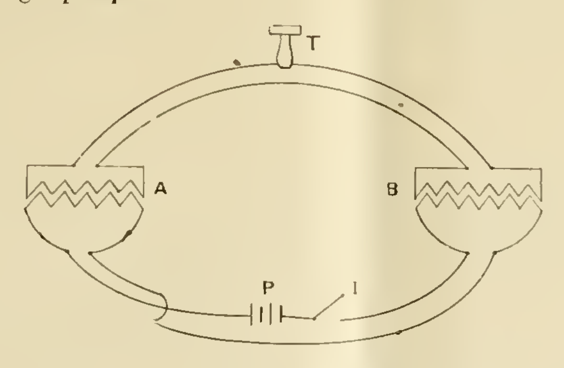
Après avoir donné les modes de réduction des observations ordinaires, et montré comment les corriger de l'absorption atmosphérique, l'auteur, d'après 338 observations faites en divers lieux, à diverses dates, détermine les éléments de la lumière zodiacale et la trouve disposée tout près du plan invariable du système solaire.

En terminant, l'auteur examine les diverses hypothèses terrestres et cosmiques relatives à la lumière zodiacale. Il conclut qu'elle est due à la décomposition des comètes: recherchant sa forme, il trouve celle d'un

ellipsoïde de révolution d'aplatissement 0,9; il trouve ensuite que sa masse est tout à fait insensible vis-à-vis de celles des planètes et qu'elle ne peut produire aucun effet sensible sur le mouvement de Mercure.

PHYSIQUE. — *Sur la balance électromagnétique de Hughes et son application à la chirurgie militaire.* Note de M. G. Lippmann.

Le célèbre électricien Hughes a imaginé jadis un petit appareil électromagnétique, qui permet de déceler le voisinage d'une masse métallique : pièce de monnaie, balle de fusil. L'invention de Hughes, très ancienne, paraît être aujourd'hui totalement oubliée. Je me permets d'en rappeler l'existence à l'Académie, avec l'espérance que la chirurgie militaire en tirerait quelque profit : l'appareil, en effet, est simple, léger, portatif, facile à construire sans grands frais : on pourrait donc en multiplier les exemplaires, pour s'en servir dans les cas trop nombreux où l'on ne dispose pas d'une installation radiographique



L'appareil se compose d'une pile électrique P, d'un interrupteur I et de deux petites bobines d'induction A et B dont les primaires sont dans le circuit de la pile : ce sont deux petites bobines de Ruhmkorff sans fer doux. Les secondaires sont en série avec un téléphone qu'un observateur tient à l'oreille. Les connexions sont croisées de telle façon que les forces électromotrices induites en A et B sont de sens contraires. Enfin, les bobines A et B sont par construction exactement pareilles. Les forces électromotrices qui agissent sur le téléphone sont donc exactement égales; elles se font équilibre; et le téléphone reste muet.

Cela posé, vient-on à approcher l'une des bobines d'une masse métallique, le téléphone se fait entendre. Cela tient à ce que des courants induits

prennent naissance dans la masse métallique, réagissent sur la bobine la plus voisine, mais non sur l'autre, et troublent ainsi la symétrie électrique réalisée par construction. Le bruit du téléphone décèle donc l'approche de la masse métallique.

Si celle-ci est magnétique (éclat d'obus, balle allemande), l'effet sera encore plus marqué. La masse magnétique renforce par sa présence le courant induit dans la bobine la plus voisine ; c'est ainsi qu'agit le noyau de fer doux qu'on introduit dans un transformateur. La balance électromagnétique sera donc plus sensible à l'approche d'une balle allemande que d'une balle française.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse solaire du 21 août 1914, faite à l'Observatoire d'Athènes, avec l'équatorial Doridis* (*Gautier* $0^m,40$). Note de M. **D. Éginitis**, présentée par M. Bigourdan.

L'observation de cette éclipse a été favorisée à Athènes par un temps assez beau.

Le disque lunaire, avançant graduellement sur celui du Soleil, paraissait noir et aussi obscur que le noyau de la tache observée sur ce dernier; par conséquent, la lumière émise par le noyau de la tache était aussi intense que la lumière cendrée de la Lune à l'époque de son maximum.

Au moment de la phase maxima du phénomène, le bord extérieur du disque lunaire a paru faiblement lumineux. La lumière du jour, en ce moment, a fortement baissé ; on a pu voir, à l'œil nu, Vénus, vers le milieu de l'éclipse, dont la grandeur, d'après le calcul, était de 0,82.

Le bord concave du croissant solaire a été vu sensiblement plus brillant que son bord convexe. Aucune déformation de ses cornes n'a été observée.

Après la fin de l'éclipse, on a vu, pendant quelques secondes, le bord lunaire situé près du Soleil.

Le *degré actinométrique* fut observé directement toutes les 5 minutes au moyen d'un actinomètre Arago. Au moment du commencement de l'éclipse ($1^h 24^m,3$ t. m. a. d'Athènes), il montait à 58,2; à $1^h 4^h$, il était à 51.8; à $1^h 5^h$, 38,4; à $2^h 45^m$ (presque au moment de la plus grande phase), il n'était qu'à 36,3; à $3^h 15^m$, il a monté à 43, et à $3^h 45^m$ (fin de l'éclipse : $3^h 45^m,4$), il était à 51,8.

La *température de l'air* a baissé graduellement depuis $1^h 35^m$ jusqu'à 3^h de $3°,9$; à partir de ce moment, elle a recommencé à monter.

L'*humidité relative* n'a pas été bien sensiblement influencée; elle ne s'est élevée que de 5 unités pendant le passage de l'ombre.

La *pression barométrique* n'a présenté aucune variation particulière.

La *vitesse du vent* a présenté plusieurs variations très sensibles; de 5^m à $1^h 30^m$, elle a baissé jusqu'à $0^m,1$ à $1^h 45^m$, pour remonter à 11^m vers $3^h 5^m$.

Les observations météorologiques ci-dessus ont été faites avec des instruments enregistreurs Richard.

A ces observations ont pris part nos aides MM. Georgantis, Alibertis et Paraskévopoulos.

AÉRONAUTIQUE. — *Sur une méthode expérimentale de détermination des courbes métacentriques de l'aéroplane.* Note (¹) de M. Guéritot, présentée par M. E. Bouty.

La connaissance des courbes métacentriques d'un aéroplane permet d'étudier graphiquement sa stabilité de vol. Ces courbes peuvent être tracées expérimentalement sur un modèle réduit.

Le cas le plus simple est celui d'un aéroplane présentant un plan de symétrie et frappé par un courant d'air parallèle à ce plan. C'est le cas du vol normal. L'action de l'air se réduit alors à une force située dans le plan de symétrie, aucun couple n'intervient. Quand l'incidence du courant d'air varie, la force se déplace en enveloppant une courbe plane qui est la courbe métacentrique la plus simple.

Pour la tracer, je fixe le modèle réduit sur un très large flotteur qui peut se déplacer sur une cuve pleine d'eau. Le petit aéroplane est soutenu par une tige de fer très mince, son plan de symétrie est horizontal et glisse sur lui-même pendant les déplacements du flotteur. Le modèle réduit est placé dans un jet d'air horizontal qui le frappe sans rencontrer le flotteur. Deux cordelettes très fines sont fixées au modèle dans son plan de symétrie et sont attachées d'autre part à des supports fixes. Elles empêchent l'équipage mobile de reculer sous l'action du vent et le maintiennent dans une position d'équilibre stable.

Il suffit de tracer sur une épure les points de croisement des cordelettes,

(¹) Présentée dans la séance du 19 octobre 1914.



ou de leur prolongement, observés dans deux expériences où le modèle réduit a pris la même position avec deux arrangements, différentes des cordelettes, et de joindre ces deux points de croisement pour déterminer géométriquement la force due au courant d'air. L'enveloppe de cette force tracée pour différentes incidences est la courbe métacentrique cherchée. Grâce à la stabilité de l'équipage retenu par deux cordelettes l'épure donne des résultats très précis. Pourtant les mesures d'angles doivent être très exactes, elles ont nécessité un dispositif optique spécial qui sera décrit ultérieurement.

Le cas général est plus compliqué. Quand le courant d'air n'est plus situé dans le plan de symétrie de l'aéroplane, et quand il n'y a plus de plan de symétrie on est conduit à tracer des surfaces enveloppes. De plus, un couple s'ajoute généralement à la force. Mais on peut simplifier le problème dans ce cas et le rendre encore accessible à la méthode décrite en étudiant le mouvement de l'aéroplane assujetti à se déplacer dans un seul plan qui lui est fixé et qui glisse sur lui-même. En superposant trois de ces déplacements plans correspondant par exemple au roulis, au tangage et au virage, on peut étudier un déplacement quelconque au moyen de courbes planes. Il suffit, pour étudier ce type de déplacement, de connaître la force qui est la projection de l'action du vent sur le plan considéré. On l'obtient expérimentalement en fixant comme précédemment le modèle réduit au flotteur, mais de telle sorte que le plan privilégié choisi soit horizontal. Les deux cordelettes sont fixées dans ce plan.

La courbe métacentrique particulière qu'on peut ainsi tracer sur ce plan permet d'étudier la stabilité de l'aéroplane dans le virage, le roulis ou le tangage. Elle présente en général des singularités que ne présentait pas la courbe métacentrique du corps symétrique. La composante de la force dans le plan privilégié peut s'annuler ou bien dégénérer en un couple.

Pour étudier le tangage et le virage, il faut employer un jet d'air horizontal; pour le roulis, il faut un jet d'air vertical.

L'étude complète de la stabilité de vol d'un aéroplane conduit, par cette méthode, à tracer trois groupes de nombreuses courbes métacentriques. Par exemple le groupe des courbes de virage pour tous les angles de roulis combinés avec tous les angles de tangage. Pratiquement il suffit de tracer ces courbes pour un petit nombre de positions voisines des positions de vol normal.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dioxytriazines.* Note [1] de M. J. BOUGAULT.

J'ai indiqué récemment [2] que les semicarbazones des acides α-cétoniques, traitées par une solution aqueuse de soude à l'ébullition, donnent, par déshydratation, des dioxytriazines dérivées de la triazine asymétrique (*as*-triazine). L'ensemble des réactions fournies par ces nouveaux composés permet de les représenter par le schéma général (I), sans que cependant on puisse nier la possibilité de l'existence, dans certains cas, de la forme énolique (II) :

$$R-C\begin{cases}\!\!\nearrow N - NH \searrow \\ \searrow CO - NH \nearrow\end{cases}\!\!CO \qquad (I) \qquad\qquad R-C\begin{cases}\!\!\nearrow\!\!\!\!\nearrow N - N \searrow\!\!\!\!\searrow \\ \searrow COH = N \nearrow\end{cases}\!\!COH \qquad (II)$$

La présente Note a pour but, d'une part, de donner de nouvelles indications sur la préparation de ces dioxytriazines et, d'autre part, d'apporter une preuve expérimentale directe de la liaison du carboxyle de l'acide α-cétonique avec le groupe amidogène de la semicarbazone, c'est-à-dire une nouvelle confirmation du mode de fermeture de la chaîne triazinique.

I. L'action de la soude, en solution aqueuse diluée et à l'ébullition, sur les semicarbazones des acides α-cétoniques ne se fait pas uniquement suivant le processus de déshydratation qui conduit aux dioxytriazines; on observe en même temps un dégagement d'ammoniaque notable, qui indique une décomposition d'un ordre tout différent. Ceci explique que les rendements en dioxytriazines, tout en étant en général satisfaisants, sont loin d'être théoriques. Et c'est sans doute également à l'exagération de cette réaction parasite qu'on doit attribuer la difficulté d'obtention de certaines dioxytriazines. Je me suis demandé si, en variant les conditions opératoires, notamment la température, on ne pourrait pas modifier le rapport des vitesses de ces deux réactions en faveur de la formation des dioxytriazines.

J'ai donc recherché d'abord si le passage aux dioxytriazines s'effectuait à froid. L'expérience a répondu affirmativement; en opérant avec la semi-

---

[1] Reçue dans la séance du 27 octobre 1914.

[2] *Comptes rendus*, t. CLIX, 1914, p. 83.

carbazone de l'acide phénylpyruvique j'ai obtenu, à la température du laboratoire, la dioxytriazine correspondante avec des rendements supérieurs à ceux des opérations faites à l'ébullition. Le seul inconvénient est la longueur de l'opération, qui peut durer plusieurs mois.

Néanmoins, j'espère, avec cette modification, préparer certaines dioxytriazines que je n'ai pu obtenir jusqu'ici.

II. Dans une autre série d'expériences, j'ai réussi à couper la chaîne des dioxytriazines, de façon à laisser l'azote attaché au carboxyle de l'acide α-cétonique, réaction intéressante au point de vue de la constitution de ces nouveaux composés.

Voici, en prenant comme exemple la benzyldioxytriazine,

$$C^6H^5.CH^2.C\begin{matrix} N — NH \\ \qquad \\ CO — NH \end{matrix}CO$$

comment je suis arrivé à ce résultat.

L'hyprobromite de sodium, agissant sur ce composé, produit un dégagement gazeux (d'azote, sans doute) et donne naissance à un corps bromé cristallisé, fondant à 138°. Ce corps, de formule $C^9H^9Br^2ON$, n'a pas été signalé jusqu'ici; il doit avoir la constitution

$$C^6H^5.CH^2.CBr^2.CONH^2.$$

Réduit par le zinc et l'acide acétique, il donne un composé cristallisé fondant à 105° qui s'identifie avec l'amide phénylpropionique

$$C^6H^5.CH^2.CH^2.CONH^2.$$

L'identification a été effectuée par comparaison avec un échantillon de phénylpropionamide obtenu par l'action de l'ammoniaque sur le phénylpropionate d'éthyle.

Des résultats tout à fait comparables ont été obtenus avec la phényléthyldioxytriazine

$$C^6H^5.CH^2.CH^2.C^3H^2O^2N^3.$$

L'action de l'hypobromite de sodium a conduit à un corps fondant à 139°, répondant à la formule

$$C^6H^5.CH^2.CH^2.CBr^2.CONH^2,$$

qui, par réduction au moyen du zinc et de l'acide acétique, a donné la

phénylbutyramide

$$C^6H^5.CH^2.CH^2.CH^2.CONH^2 \quad (Pf. = 84°).$$

En résumé : j'ai constaté que la préparation des dioxytriazines peut se faire à froid, avec des rendements avantageux. L'oxydation de ces corps par l'hypobromite de sodium apporte une preuve nouvelle et décisive sur le mode d'enchaînement qui permet d'expliquer le passage des semicarbazones aux dioxytriazines.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur l'imperméabilisation* improvisée *des vêtements militaires.* Note [1] de M. G.-A. **Le Roy.**

J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie le procédé suivant, apte à réaliser d'une manière facile pour quiconque, rapide et économique, l'imperméabilisation *improvisée* des vêtements *usagés* des soldats en campagne.

J'ai élaboré ce procédé à l'occasion des événements de la guerre actuelle et devant l'approche de la mauvaise saison; j'escompte faire œuvre utile et désintéressée en le publiant.

Ce procédé peut contribuer à protéger les soldats contre les intempéries, souvent plus redoutables que les projectiles de guerre, car les intempéries frappent insidieusement les combattants, même hors la bataille, et tuent à longues échéances.

Je rappelle que jadis, lors de la guerre de 1870, d'éminents chimistes, membres de l'Académie, Balard et Aimé Girard, étudièrent cette question et proposèrent, pour l'imperméabilisation des vareuses de « la Mobile », un procédé basé sur l'emploi des solutions aqueuses d'acétate d'alumine. On a reproché à ce procédé, excellent pour l'époque, de ne pas être assez durable, car l'imperméabilisation disparaîtrait sous l'action des frottements réitérés (bretelles du sac, etc.). D'autre part, on doit découdre les galons et les boutons métalliques des uniformes, que le traitement verdegriserait. Enfin, la solution aqueuse d'acétate mouille le drap, déforme assez le vêtement et nécessite un temps de séchage assez long.

Le présent procédé d'imperméabilisation paraît exempt de ces inconvénients : il est durable, car le produit adhère aux fibres textiles; il ne déforme pas le vêtement et n'exige qu'un temps très court pour le séchage; il est facile d'exécution, car il est inutile de découdre les galons et les

[1] Reçue dans la séance du 27 octobre 1914.

boutons métalliques. Par ailleurs, le drap traité conserve toute sa perméabilité à l'air et à la transpiration, ce qui est, on le sait, capital au point de vue sanitaire.

Le procédé est basé sur une très légère imprégnation des fibres des tissus au moyen de la graisse de suint de mouton, préalablement dissoute et diluée dans un véhicule neutre, anhydre et volatil. C'est donc un « procédé à sec ».

Comme graisse de suint de mouton, j'ai choisi, après essais, le produit courant en droguerie dénommé « *Adeps lanæ* anhydre ». Ce produit pâteux, de consistance et d'aspect butyreux, est liquéfié d'abord, à l'aide de quelques centimètres cubes de chloroforme, de sulfure de carbone ou de *tétrachlorure de carbone*, puis aussitôt dilué et dissous dans les hydrocarbures industriels dits *essence de pétrole pour automobile*. On peut substituer à l'essence les hydrocarbures-benzols employés par les dégraisseurs. On peut aussi couper les dissolvants de moitié de leur volume, avec du tétrachlorure de carbone ou du dichlorure d'éthylène, produits industrialisés, dans le but d'annihiler, si besoin, les dangers d'inflammation des hydrocarbures. Les proportions à mettre en œuvre sont de 5 à 10 parties d'*Adeps lanæ* pour 95 à 90 parties de dissolvant.

La technique opératoire est la suivante :

Soit un uniforme militaire usagé, qu'il s'agit d'imperméabiliser d'une manière improvisée. L'uniforme entier avec ses galons, boutons (capote, pantalon, képi, etc.), est immergé dans le liquide, placé dans un vase quelconque; il y est foulé quelques minutes, puis exprimé et abandonné au grand air pour séchage. Par évaporation du dissolvant volatil, les corps gras du suint restent fixés sur les fibres et dans les pores du tissu et ne sauraient en être enlevés par les frottements (comme les particules de l'acétate basique d'alumine). L'imperméabilisation est telle que des morceaux de drap militaire ainsi traités, puis façonnés en cône renversé, et placés dans un entonnoir, ont pu être remplis d'eau distillée, sans laisser filtrer aucune gouttelette d'eau, même après 24 heures de contact. D'autre part, l'aspect du drap, sa porosité, sa couleur, son élasticité, ne se trouvent aucunement modifiés, à preuve les deux spécimens de drap bleu et de drap rouge pour uniformes, ci-annexés à l'appui.

ANATOMIE. — *L'ossification des os du métacarpe et du métatarse chez les hommes de la Pierre polie.* Note de M. **Marcel Baudouin**.

Jusqu'à présent, personne n'avait pu étudier les os du métacarpe et du métatarse des hommes de la Période néolithique, en se basant sur un nombre notable d'ossements, par suite de défaut de matériel anatomique.

La fouille récente (1913) d'un très important ossuaire vierge de l'époque de la Pierre polie, à Bazoges-en-Pareds (Vendée), m'ayant fourni 209 métacarpiens et 268 métatarsiens, pour un ensemble de 70 à 80 squelettes d'adultes, j'ai pu faire des observations fort intéressantes et imprévues sur ces deux régions du pied et de la main. Elles ouvrent des horizons nouveaux, en particulier sur *l'ossification des métacarpiens*, question très discutée à l'heure présente.

A. *Métacarpe.* — 1° Deux *premiers métacarpiens* de jeunes sujets nous ont permis de résoudre un problème qui, depuis longtemps, passionne les anatomistes : celui de la nature vraie de l'os appelé *premier métacarpien*. Ces deux pièces, très rares, présentent un *point spécial d'ossification pour l'épiphyse inférieure*. Il en résulte qu'à l'époque de la Pierre polie, cet os avait *deux points d'ossification*, et non un seul comme maintenant! Il s'agit donc bien d'un *vrai métacarpien*, puisqu'il a un point d'ossification *inférieur*, comme tous les autres métacarpiens; mais c'est aussi un os, de type intermédiaire, puisque, comme pour les *phalanges*, il y a là un point d'ossification *supérieur*....

La vérité est qu'ici tout os long ayant d'ordinaire un point d'ossification à chacune de ses extrémités, le *point supérieur* s'est *maintenu* (alors qu'il a disparu pour les quatre autres métacarpiens) et que le *point inférieur* a *disparu*, au contraire, à l'époque moderne, alors qu'il existait encore (très souvent, sinon toujours) à la Période néolithique! L'état de choses actuel paraît d'ailleurs être en rapport avec la grande *mobilité* obtenue par le *pouce* (phénomène physiologique, dit de *l'opposition du pouce*, presque caractéristique de l'espèce humaine).

2° Trois *seconds métacarpiens* montrent, d'autre part, que, pour ces os, il a existé un point d'ossification à l'*épiphyse supérieure*. Or, à l'époque actuelle, ce deuxième point complémentaire n'existe jamais ! Il en résulte que le deuxième métacarpien, comme le premier, a parfois, à l'époque néolithique, les deux points épiphysaires de tout os long typique. C'est là un fait très net d'*atavisme*, remontant forcément très haut, et des plus curieux par conséquent.

3° Sur un *cinquième métacarpien*, nous avons constaté le même fait ; mais ici ce phénomène de *retour ancestral* paraît être bien moins fréquent, même chez l'homme néolithique !

4° Par contre, ces points épiphysaires supérieurs n'ont pas été notés pour le *troisième* et le *quatrième métacarpien*.

B. Au *métatarse*, aucune observation de cette sorte n'a pu être faite, sauf au niveau du *premier métatarsien*, seul os de cette région pouvant être rapproché, pour sa mobilité relative, des premier, deuxième et cinquième métacarpiens.

Nous croyons pouvoir conclure de ces observations que la *disparition* du *point d'ossification supérieur* des métacarpiens et des métatarsiens chez l'homme actuel est le résultat d'un très vigoureux *coincement*, au milieu des os du carpe et du tarse, des extrémités correspondantes desdits métacarpiens et métatarsiens! Ce phénomène mécanique, résultat de l'adaptation fonctionnelle de ces parties des membres, a amené l'atrophie rapide du rameau vasculaire qui provoquait autrefois l'apparition de ce point complémentaire. Aussi ce dernier ne réapparaît-il plus guère au *tarse*, par atavisme, même dès l'époque néolithique, alors qu'on le constate encore, à cette époque, pour certains os du *carpe*, en raison d'un moindre coincement. On doit même dire qu'il ne s'observe que sur les métacarpiens et les métatarsiens qui jouissent d'une certaine mobilité....

Il résulte en somme de nos constatations que c'est la *mobilité du pouce* et du *gros orteil* qui est à la base des *modifications de développement*, survenues depuis l'ère néolithique, dans les os dont nous nous occupons. C'est donc bien la *fonction qui fait l'organe;* et il est des plus extraordinaire d'avoir pu prendre la chose sur le fait au cours de l'évolution préhistorique de l'Humanité.

M. **Henri Frossard** adresse une Note intitulée : *Note sur le « Coup de glotte » et l' « Attaque sur le souffle » dans le chant.*

A 16 heures et quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures trois quarts.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 NOVEMBRE 1914.

PRÉSIDENCE DE M. P. APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Gaston Darboux s'exprime en ces termes :

L'Académie, qui a appris avec beaucoup de peine la nouvelle de la mort de M. Germain de Saint-Pierre, trouvera tout naturel que je me fasse son interprète et que je consigne ici l'expression de ses vifs regrets. Il y a longtemps que M. Germain de Saint-Pierre était chargé, en qualité de rédacteur, de toutes les affaires administratives qui concernent notre Académie. Nul n'a oublié ici le soin avec lequel il rédigeait les procès-verbaux de nos séances, le dévouement qu'il apportait dans la garde de nos archives et de nos nombreuses publications. Ce dévouement était éclairé, car M. Germain de Saint-Pierre appartenait à une famille où le culte de la Science avait été toujours en honneur. Son père, botaniste distingué, a signé, avec notre confrère M. Cosson, une flore très appréciée des environs de Paris. Lui-même avait travaillé pendant quelque temps au laboratoire de M. Wurtz et il possédait, par conséquent, à un degré déjà plus que suffisant, les connaissances scientifiques que nous devons demander à nos collaborateurs. Chacun ici, et je tiens à le dire en terminant, avait à se louer de sa parfaite courtoisie et de l'empressement qu'il apportait toujours à donner satisfaction aux demandes de nos confrères.

Je dois également faire connaître à l'Académie la mort d'un savant italien des plus actifs et des plus dévoués, M. G.-B. Guccia, marquis de Ganzaria, professeur à l'Université de Palerme. M. Guccia était bien connu de tous les mathématiciens français avec lesquels il entretenait les

relations les plus amicales; son nom restera attaché à la fondation du *Cercle mathématique de Palerme*, association mathématique qui comprend aujourd'hui près de mille membres et qui a publié, sous la direction du savant regretté, un recueil périodique des plus estimés, où M. Guccia prenait plaisir à faire figurer les travaux des géomètres français.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *A propos du paradoxe hydrodynamique de d'Alembert*. Note de M. **Émile Picard**.

Dans une Note récente ([1]), M. Duhem établit que la présence de surfaces de discontinuité dans un fluide parfait ne permet pas, comme on le croit généralement, d'échapper au paradoxe classique de d'Alembert. En réalité, notre éminent confrère suppose implicitement que les surfaces de discontinuité ne s'étendent pas à l'infini, car autrement certaines intégrales intervenant dans la démonstration pourraient n'avoir aucun sens. Dans tous les exemples donnés à ce sujet depuis Helmholtz, les surfaces de discontinuité vont à l'infini; citons particulièrement sur cette question une mémorable étude de M. Levi Civita et les problèmes si bien approfondis par M. Villat dans des mémoires justement remarqués. C'est seulement, semble-t-il, dans le cas des fluides visqueux que l'on rencontrerait des surfaces de discontinuité restant entièrement à distance finie.

Ajoutons encore, d'une manière générale, que, dans la question des discontinuités d'un fluide où se meut un solide, il y aurait lieu d'examiner le cas où la surface de discontinuité existe non seulement à l'arrière mais aussi à l'avant du corps, ce qu'on ne paraît pas avoir fait jusqu'ici en Hydrodynamique rationnelle.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Remarque sur le paradoxe hydrodynamique de d'Alembert*. Note de M. **Pierre Duhem**.

D'une manière presque simultanée, M. Émile Picard ([2]), M. Levi-Civita et M. Villat nous ont fait remarquer l'apparente contradiction qui se manifeste entre les conclusions de notre Note récente *Sur le paradoxe hydrodynamique de d'Alembert* ([3]) et les travaux de M. Levi-Civita,

([1]) *Comptes rendus*, t. 159, p. 592.

([2]) Voir ci-dessus.

([3]) Ce Volume, p. 592.

de MM. Cisotti, Boggio, Brillouin, Villat. Cette contradiction se peut aisément dissiper.

Le but de notre Note était simplement de compléter une Note de M. Umberto Cisotti. Celui-ci avait établi un théorème en supposant le fluide exempt de discontinuité. Nous nous proposions de démontrer que l'existence de surfaces de discontinuité ne compromettait pas l'exactitude du théorème. Nous avons donc admis toutes les hypothèses faites par M. Cisotti, sauf une : l'absence de toute surface de discontinuité. En particulier, comme M. Cisotti, nous avons fait cette supposition : *à l'infini, le fluide est en repos.*

Le sens de cette supposition, que nous n'avons pas cru devoir détailler, est bien clair. Elle signifie non seulement que les quantités u, v, w, p s'annulent à l'infini, mais encore qu'elles s'y annulent de telle manière que les portions des diverses intégrales considérées qui se rapportent à des volumes ou à des surfaces rejetés à l'infini soient, elles aussi, égales à zéro.

Si, par exemple, les quantités u, v, w s'annulent à l'infini comme l'inverse du carré de la distance à l'origine des coordonnées, l'intégrale

$$\int (u^2 + v^2 + w^2)\, d\varpi,$$

étendue à l'espace illimité occupé par le fluide, aura, à chaque instant, une valeur finie et déterminée, et le raisonnement, fondé sur le théorème des forces vives, qui termine notre Note, sera concluant.

Toute notre démonstration donc, comme celle de M. Cisotti, suppose ce *repos du fluide à l'infini.*

Partant, notre conclusion a été énoncée sous une forme d'une précision insuffisante. Au lieu de dire : Ce qu'on doit regarder comme inadmissible, c'est l'hypothèse d'un régime permanent au sein d'un fluide indéfini qui contient un corps solide, nous aurions dû dire : Ce qu'on doit regarder comme inadmissible, c'est, au sein d'un fluide indéfini qui contient un corps solide, l'hypothèse d'un régime permanent *avec repos du fluide à l'infini.*

Cette conclusion ne heurte plus d'aucune façon les recherches de M. Levi-Civita et de ceux qui ont suivi sa manière de voir, puisque cette manière de voir suppose précisément que le fluide n'est pas partout en repos à l'infini. Notre démonstration paraît donc prouver que la voie suivie par M. Levi-Civita et par ses continuateurs est bien la seule qui permette d'échapper au paradoxe de d'Alembert. Ce pouvoir, ce n'est pas, à proprement parler, de l'admission des surfaces de discontinuité qu'elle le tient ;

cette échappatoire serait, par elle-même, insuffisante; elle l'a obtenu en rejetant la supposition du repos à l'infini.

MÉDECINE. — *Au sujet de la prophylaxie du typhus dans les armées en campagne.* Note de M. A. LAVERAN.

Je désire appeler l'attention sur l'intérêt tout particulier que présente, dans les circonstances actuelles, la Note relative à l'étiologie et à la prophylaxie du typhus exanthématique qui a été présentée par notre collègue M. le Dr Roux dans la dernière séance. (Voir la Note ci-après, p. 661.)

M. C. Nicolle et ses collaborateurs de l'Institut Pasteur de Tunis ont montré, par des expériences très précises, confirmées par les médecins américains au Mexique, que les poux sont les agents de propagation du typhus exanthématique, et ils ont basé sur cette importante découverte une prophylaxie du typhus qui a donné des résultats tout à fait remarquables. Le typhus, qui était endémique à Tunis et qui, chaque année, faisait bon nombre de victimes dans la population indigène, a disparu presque complètement, puisque le nombre des cas, qui avait été de 836 en 1909, est tombé à 22 en 1912; la seule mesure prise a été la destruction systématique des poux chez les malades et dans leur entourage toutes les fois que des cas de typhus étaient signalés.

Or, et c'est là que je veux en venir, le typhus exanthématique est, par excellence, une maladie des armées en campagne; il était désigné autrefois sous les noms de *fièvre des camps*, de *fièvre maligne des armées* et de *peste de guerre*. La liste est longue des épidémies meurtrières de typhus qui ont sévi dans des armées en campagne; je me contenterai de rappeler que, pendant la guerre de Crimée (1855-1856), le typhus a fait de grands ravages dans notre armée et dans l'armée anglaise. Les soldats, pour se protéger contre le froid et contre les projectiles, creusaient dans le sol des abris couverts et, dans ces taupinières encombrées, les maladies contagieuses se propageaient avec une grande facilité. Aujourd'hui, par suite des progrès de l'artillerie, l'emploi des tranchées s'est généralisé; pendant les grandes batailles de la Marne et de l'Aisne, si glorieuses pour notre armée, les tranchées, couvertes ou non, avaient pris un tel développement que ces batailles ont été comparées justement à des sièges. L'hiver survenant, la

tendance des soldats à s'enfermer, comme en Crimée, dans des taupinières, deviendra de plus en plus grande et, si le germe du typhus était importé dans notre armée, il pourrait donner naissance à une épidémie désastreuse.

Cette importation est-elle possible? Oui, sans contredit, car le typhus exanthématique est endémique depuis longtemps dans certaines provinces allemandes, notamment en Silésie, et d'autre part les poux abondent, paraît-il, dans les tranchées allemandes et sur bon nombre des prisonniers que nous faisons journellement.

Le traitement de la phtiriase chez le soldat s'est toujours imposé comme une mesure de propreté et d'hygiène; dans les conditions actuelles il s'impose plus formellement encore comme la mesure de prophylaxie la plus efficace qu'on puisse prendre contre la propagation du typhus exanthématique.

HYGIÈNE. — *Sur les conserves de viande destinées aux armées.* Note de M. BALLAND.

Un journal quotidien de Paris, dans un article très documenté, annonçait dernièrement qu'on allait préparer pour nos armées en campagne de grandes quantités de conserves de viandes, suivant des procédés plus économiques et plus expéditifs que ceux qui ont été employés jusqu'à ce jour.

L'opération consisterait à introduire directement dans des boîtes métalliques : 800^g de viande crue, coupée en morceaux, 50^g de riz, 10^g de sel et 2^g d'agar-agar. Le sertissage des boîtes suivrait immédiatement et la cuisson se ferait à l'autoclave, en 3 heures.

La fabrication courante des conserves pour l'armée, étayée sur une longue pratique, est moins expéditive.

La viande de bœuf désossée et convenablement parée doit être d'abord soumise au blanchiment, c'est-à-dire bouillie à cœur avant d'être mise en boîte avec le bouillon, concentré à part, provenant du blanchiment. Les boîtes ainsi remplies sont scellées et stérilisées à l'autoclave, à la température de 120°.

Il résulte d'expériences, dont j'ai entretenu autrefois l'Académie des Sciences (*Comptes rendus*, t. 130, 1900, p. 532) et qui ont reçu plus de développement dans mon Ouvrage sur *Les aliments* (t. II, p. 213, 283), que

la viande après blanchiment contient moins d'eau que la viande crue et qu'il faut environ 1500^{g} de viande de bœuf ordinaire pour obtenir 1^{kg} de conserve, soit près du double de ce qui est proposé aujourd'hui. L'addition du riz et de l'agar-agar, dans les nouveaux produits, aurait pour but d'absorber un excédent d'eau. On sait, en effet, que le riz pendant la cuisson peut prendre jusqu'à cinq fois son poids d'eau et que cette particularité a été mise à profit par des industriels peu scrupuleux pour augmenter le rendement du pain. L'usage de l'agar-agar a été prohibé d'autre part pour communiquer aux confitures une consistance factice.

Le seul mode de fabrication à maintenir est celui qui est longuement exposé dans les cahiers des charges du Ministère de la Guerre, relatives aux conserves de viandes de bœuf :

« La conserve doit être le produit intégral de la cuisson de la viande fraîche employée à sa préparation, et renfermer tous les éléments constitutifs de cette viande, à l'exception des os, des tendons, des pelotes ou masses graisseuses apparentes, des écumes du bouillon et d'une certaine proportion d'eau éliminée au cours de la fabrication. »

L'Administration militaire fixe aux fabricants de l'intérieur et de nos colonies les opérations auxquelles ils sont obligés de se conformer, et elle y attache tant de prix qu'elle exerce une surveillance spéciale sur les usines de production.

Des épreuves de réception très rigoureuses sont en outre imposées avant l'entrée des boîtes dans les magasins de l'État.

MÉMOIRES LUS.

L'action de l'acide butyrique et le premier temps de la fécondation; par M. A. Brachet.

Dans une Note parue l'an dernier (*Comptes rendus*, 1913), j'ai montré, par l'expérience, que la formation de la membrane de fécondation, sur l'œuf d'Oursin, n'est nullement, comme le soutient J. Loeb, le prélude nécessaire et la cause immédiate de tous les autres changements apportés dans l'œuf par la pénétration d'un spermatozoïde. Par la même occasion,

j'avais pu mettre en lumière le rôle que joue probablement cette membrane au cours du développement. On peut, en effet, en inhiber radicalement la formation en soumettant les œufs de *Paracentrotus lividus* au contact du sperme de *Sabellaria alveolata* avant de les féconder par le sperme de leur espèce. Ces œufs, néanmoins, se segmentent normalement, mais leur éclosion est empêchée et, pour cette raison, ils meurent toujours au moment de la gastrulation ou un peu après. La preuve en est que si l'on détruit mécaniquement, par un simple secouage, la couche corticale qui enserre les blastomères de l'œuf segmenté, celui-ci, ainsi libéré, poursuit son évolution sans anomalie jusqu'au stade *Pluteus*.

J'avais conclu de ces observations que les changements superficiels qui se caractérisent à nos yeux par la formation de la membrane de fécondation, et que le spermatozoïde provoque dès le moment où il pénètre, ne deviennent utiles pour la vie de l'œuf qu'après que le développement s'est déjà poursuivi pendant plusieurs heures.

Ceci étant établi, il m'a paru important de rechercher si, dans le premier temps de la parthénogenèse artificielle, selon la méthode-type de J. Loeb, l'action que l'acide butyrique exerce sur la surface de l'œuf joue bien le rôle essentiel et initiateur que lui attribue le biologiste américain dans sa théorie de la fécondation chimique. Or, à cet égard, l'expérience suivante, que j'ai pu réaliser cet été à Roscoff, fournit des résultats concluants.

Des œufs de *Paracentrotus lividus* sont traités par du sperme de *Sabellaria alveolata* pendant 2 heures; ils sont ensuite fécondés par du sperme normal et répartis en trois lots. Dans l'un, qui sert de témoin, les œufs s'irradient et se segmentent régulièrement, mais meurent avant d'avoir achevé de gastruler.

Dans le second, les œufs sont secoués quand ils ont atteint le stade à 32 blastomères : on y trouve, le lendemain, de nombreux *Plutei* normaux ou simplement plus petits de taille (cf. ma Note de 1913).

Dans le troisième lot enfin, les œufs, au moment où ils vont se segmenter en deux, sont soumis pendant 1,5 à 2,5 minutes à l'action de l'acide butyrique dans la concentration indiquée par J. Loeb. Presque tous deviennent des *Plutei* parfaits. On obtient le même résultat si l'on opère ainsi aux stades à 2 ou à 4 blastomères, et même plus tard encore.

Dans cette expérience, l'acide butyrique a donc « guéri » les œufs fécondés dont la formation de la membrane avait été inhibée par le sperme de *Sabellaria*, exactement comme ils ont pu être guéris par l'action méca-

nique du secouage. Dans les deux cas, l'obstacle à l'éclosion a été supprimé.

L'acide butyrique n'a évidemment provoqué ici aucun acte de fécondation véritable, et il est logique de conclure que dans la parthénogenèse expérimentale l'action qu'il exerce sur la couche superficielle de l'œuf est analogue à celle que j'ai constatée dans mes expériences, et n'offre aucune relation de causalité directe avec l'irradiation du cytoplasme et l'édification d'une cinèse nucléaire (cf. Herlant, *Comptes rendus*, 1914). Il m'apparaît donc que toute la partie de la théorie de Loeb qui se fonde sur cette relation de causalité, qu'elle considère comme un fait établi, doit tomber. Les doutes qu'avait émis Y. Delage à ce sujet sont ainsi pleinement justifiés.

En réalité, la fécondation se compose d'un ensemble complexe de phénomènes, dont les uns sont essentiels et les autres accessoires, en ce sens qu'ils ne provoquent pas le développement de l'œuf, mais lui permettent de se poursuivre et de s'achever normalement. La formation de la membrane de fécondation est un de ces phénomènes accessoires.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations du passage de Mercure sur le Soleil faites à l'Observatoire de Marseille.* Note de M. **H. Bourget**, présentée par M. B. Bailland.

Le passage des 6-7 novembre a été observé, à Marseille, par M. Coggia, au chercheur de comètes, et par M. Esmiol, assisté de M. Maitre, à l'équatorial Eichens.

Chercheur de comètes (178mm d'ouverture). — L'objectif a été diaphragmé à 105mm :

		h m s
1er contact extérieur.....	6 nov.	22.18.56 t. m. de Marseille
1er contact intérieur.....	6 nov.	22.21. 2
2e contact intérieur......	7 nov.	2.28. 2
2e contact extérieur......	7 nov.	2.30. 5

30 déterminations du diamètre de la planète perpendiculaire au mouvement diurne ont donné la moyenne de 8″,97.

Pendant toute la première partie du phénomène, M. Coggia a vu une auréole jaunâtre bien caractérisée, d'environ 2″ de largeur, à bords mal définis. Cette auréole a disparu vers $23^h 20^m$ et n'a pas reparu.

Équatorial Eichens (256^{mm} d'ouverture). — L'objectif a été diaphragmé à 100^{mm} :

1er contact extérieur.....		non observé
		h m s
1er contact intérieur......	6 nov.	22.20.54 t. m. de Marseille
2e contact intérieur......	7 nov.	2.28. 2
2e contact extérieur......	7 nov.	2.30. 8

15 déterminations du diamètre perpendiculaire au mouvement diurne assez concordantes ont donné la moyenne. 9″,01
10 déterminations du diamètre horizontal ont donné....... 8″,49
10 déterminations du diamètre incliné à 45° ont donné..... 9″,11

Après le premier contact intérieur, le phénomène de la goutte noire a été très sensible. Pendant 1 heure environ après l'entrée de Mercure, M. Esmiol a constaté une auréole à peine perceptible qui a disparu jusqu'à la fin du passage. Le deuxième contact intérieur a été particulièrement net, presque sans apparence sensible de goutte noire. Le ciel a été assez pur pendant toute la durée du passage, contrairement aux prévisions qu'aurait pu faire supposer le mauvais temps des jours précédents.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Delavan, faites à l'Observatoire d'Athènes avec l'équatorial Doridis* (*Gautier*, $0^m,40$). Note de **M. D. Éginitis**, présentée par M. Baillaud.

Dates 1914.	Temps moyen d'Athènes.	Δ Æ.	Δδ.	Nombre de comp.	★
	h m s	m s	′ ″		
Sept. 18.....	16.32.21	+3. 6,45	−1.19,3	9 : 7	1
» 19.....	16.19.41	+3.23,69	+4.49,1	7 : 6	2
» 30.....	16.53.13	−0.48,67	−9.19,1	3 : 3	3
Oct. 1.....	16.47. 8	−1.52,48	+0.40,9	6 : 4	4

Positions moyennes des étoiles de comparaison.

★	Gr.	Æ moyenne 1914,0.	Réduction au jour.	δ moyenne 1914,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″		
1.....	7,0	10.22.45,82	+1,99	+49.24. 7,0	−11,5	A.-G. Bonn 7628
2.....	9,1	10.30. 7,84	+2,00	+49. 5.42,4	−11,2	» 7675
3.....	7,5	11.55.59,32	+1,57	+45. 6.32,2	−13,9	» 8299
4.....	7,9	12. 3.59,96	+1,54	+44.23. 2,9	−13,9	» 8359

Positions apparentes de la comète.

Dates 1914.	Temps moyen d'Athènes.	Æ apparente.	Log. fact. parallaxe.	δ apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Sept. 18....	16.32.21	10.25.54,26	0,852 *n*	+49.22.36,2	0,557
» 19....	16.19.41	10.33.33,03	0,849 *n*	+49.10.20,3	0,600
» 30....	16.53.13	11.55.12,22	0,806 *n*	+44.56.59,2	0,687
Oct. 1....	16.47. 8	12. 2. 9,03	0,805 *n*	+41.23.29,9	0,671

Remarques. — 18 sept. — La comète est visible à l'œil nu avec une queue de 5° à peu près; elle est de 5,5 gr. Dans la lunette, son noyau présente une forme planétaire d'un diamètre 3″,2; il est placé au centre de la chevelure suivie d'une queue.

19 sept. — Même aspect.

21 sept. — Même aspect; diamètre du noyau, 7″,4.

28 sept. — Même aspect; diamètre du noyau, 2″,7.

30 sept. — Même aspect; mais les bords du noyau ne sont plus aussi nets que dans les observations précédentes; diamètre du noyau, 14″,9.

1er oct. — La netteté des bords du noyau a encore sensiblement diminué. Diamètre du noyau, 6″,1; distance au centre du noyau du sommet de la tête de la comète, 1′5″,4.

A ces observations ont pris part MM. Georgitadis et Alibertis.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Figures d'équilibre d'une masse fluide en rotation, infiniment voisines d'un cylindre elliptique.* Note de M. B. Globa-Mikhailenco, présentée par M. Appell.

1. Dans un Mémoire inséré dans le Tome VII des *Acta mathematica*, H. Poincaré a étudié les figures d'équilibre d'une masse fluide homogène en rotation, et il a trouvé une infinité de figures infiniment voisines de l'ellipsoïde. La même question a été traitée par M. Liapounoff. Je me suis proposé de traiter un problème analogue dans le plan, en cherchant les figures d'équilibre, infiniment voisines d'un cylindre elliptique indéfini, homogène, de densité 1, tournant avec une vitesse angulaire constante ω autour d'une parallèle aux génératrices. J'ai emprunté les notations et en grande partie la méthode de démonstration à Poincaré.

2. Rappelons quelles sont, dans le plan, les fonctions analogues à celles de Lamé. Il y en a deux pour chaque degré n du polynome. Prenant pour les coordonnées elliptiques les racines ρ et μ de l'équation

$$\frac{x^2}{\lambda^2-a^2}+\frac{y^2}{\lambda^2-b^2}-1=0.$$

nous aurons

$$R_{2n-1} = 2^{-n}\left[\left(\sqrt{\rho^2 - b^2} + \sqrt{\rho^2 - a^2}\right)^n - \left(\sqrt{\rho^2 - b^2} - \sqrt{\rho^2 - a^2}\right)^n\right],$$
$$R_{2n} \;= 2^{-n}\left[\left(\sqrt{\rho^2 - b^2} + \sqrt{\rho^2 - a^2}\right)^n + \left(\sqrt{\rho^2 - b^2} - \sqrt{\rho^2 - a^2}\right)^n\right].$$

Introduisant les variables u et v données par les relations

$$du = \rho\, d\rho : \sqrt{(\rho^2 - a^2)(\rho^2 - b^2)}, \qquad dv = \mu\, d\mu : \sqrt{(a^2 - \mu^2)(\mu^2 - b^2)},$$

on a

$$R = \left(\frac{1}{2}\sqrt{a^2 - b^2}\right)^n (e^{nu} \pm e^{-nu}).$$

La fonction M se réduit alors à $\cos(nv)$ ou $\sin(nv)$. Toute fonction de position f, développable en série de Fourier, peut, sur une ellipse, être développée en une série de fonctions M qui ne dépend pas du choix de cette ellipse. La série étant donnée sous la forme $f = \Sigma \lambda_k M_k$, les coefficients λ se calculent à l'aide de la formule

$$\int_E l M M'\, ds = 0, \qquad \text{si } M \neq M',\; l = (\rho^2 - \mu^2)^{-\frac{1}{2}}.$$

Les racines de la fonction R sont toutes réelles, distinctes et situées entre a et b. Posant $h = (a^2 - b^2)^{-\frac{1}{2}}$, on a

$$x = h R_1 M_1, \qquad y = h R_2 M_2.$$

La surface de l'ellipse est

$$A = \pi R_1 R_2 = \pi R_3;$$

les cosinus de la normale extérieure

$$\cos(n, x) = h l M_1 R_2, \qquad \cos(n, y) = h l M_2 R_1.$$

A chacune des deux fonctions R de même degré correspond une fonction de seconde espèce donnée par la formule

$$S_{2n-1} = S_{2n} = \left(\frac{1}{2}\sqrt{a^2 - b^2}\right)^{-n} e^{-nu} = 2^n\left(\sqrt{\rho^2 - a^2} + \sqrt{\rho^2 - b^2}\right)^n.$$

3. *Problème de Dirichlet pour l'ellipse.* — Soit V_0 la fonction donnée sur l'ellipse. Elle peut être développée en une série de fonctions M. Soit

$$V_0 = \sum^{\infty} A_k M_k = \sum^{\infty} \alpha_k R_k^0 S_k^0 M_k$$

(posant $\alpha_k = A_k : R_k^0 S_k^0$).

La solution du problème est

$$V_i = \Sigma \alpha_k S_k^0 R_k M_k, \qquad V_e = \Sigma \alpha_k R_k^0 S_k M_k + \varphi,$$

φ étant une fonction harmonique s'annulant sur l'ellipse et se comportant à l'infini d'une façon donnée d'avance. On est ramené ainsi à un autre problème de Dirichlet. Si V est le potentiel logarithmique d'une masse quelconque A,

$$\varphi = -A(u - u_0) = A\left[\log\left(\sqrt{\rho_0^2 - a^2} + \sqrt{\rho_0^2 - b^2}\right) - \log\left(\sqrt{\rho^2 - a^2} + \sqrt{\rho^2 - b^2}\right)\right].$$

Pour trouver le potentiel d'une couche homogène de densité 1, de masse totale A et d'épaisseur ζ, située sur l'ellipse, il suffit de développer $\zeta : l$ en une série de fonctions M; soit $\zeta : l = \sum_0^\infty \beta_k M_k$; le potentiel intérieur et extérieur de cette couche sera

$$V_i = \sum \frac{\pi}{n} \beta_k S_k^0 R_k M_k, \qquad V_e = \sum \frac{\pi}{n} \beta_k R_k^0 S_k M_k - A(u - u_0).$$

4. Ceci posé, le potentiel logarithmique d'une ellipse homogène est

$$V_i = -\frac{1}{2} A \left[\frac{S_1^0}{R_1^0} x^2 + \frac{S_2^0}{R_2^0} y^2\right] + \text{const.},$$

$$V_e = -\frac{1}{2} A \left[\frac{S_1}{R_1} x^2 + \frac{S_2}{R_2} y^2\right] - A(u - u_0) + \text{const.}$$

Pour avoir le potentiel newtonien d'un cylindre elliptique homogène et indéfini, il suffit de multiplier par 2 ces formules.

Désignant la force de la pesanteur par g on a, sur la surface d'un cylindre elliptique en rotation et en équilibre relatif, $gl = \text{const.} = \pi R_3 S_3$.

Les cylindres de bifurcation doivent vérifier l'équation

$$\frac{1}{2} R_3 S_3 - \frac{1}{n} R_k S_k = 0.$$

Prenant l'équation plus générale

$$(1) \qquad \frac{1}{p} R_i S_i - \frac{1}{n} R_k S_k = 0$$

(p et n étant les degrés des fonctions R et S) et désignant par t le rapport des axes de l'ellipse de la section droite du cylindre et par x la quantité $(1 - t) : (1 + t)$, cette équation devient

$$\frac{1}{p}(1 \pm x^p) - \frac{1}{n}(1 \pm x^n) = 0,$$

et je démontre que, pour que l'équation (1) ait une et une seule racine pour $a^2 < \rho^2 < \infty$, il faut et il suffit que : 1° $n \neq p$; 2° le plus petit des indices i et k soit impair et le plus grand soit pair. Ainsi, pour chaque degré n, il y a une seule équation

$$\frac{1}{2}(1 - x^2) - \frac{1}{n}(1 + x^n) = 0.$$

Cette équation, ayant une seule racine, détermine un cylindre de bifurcation. La couche déterminant la nouvelle figure d'équilibre est

$$\zeta = \beta_{2n}\, l \cos(nv).$$

On démontre que, plus la vitesse est grande, plus l'aplatissement est petit. A la vitesse maximum $\omega = \sqrt{\pi}$, correspond un cylindre circulaire. Si la vitesse ω, partant de son maximum, va en décroissant, la masse fluide passe consécutivement par toutes les figures de bifurcation en ordre des n croissants. Le cylindre circulaire n'est pas une figure de bifurcation.

Le premier cylindre elliptique de bifurcation a lieu pour $n = 3$. Il donne naissance à la figure correspondant à la figure piriforme de Poincaré. Le rapport des axes de l'ellipse de la section droite est alors $t = \frac{1}{3}$; la vitesse correspondante est $\omega = \sqrt{\frac{3}{4}\pi}$. Les coefficients de stabilité sont

$$\alpha_i = -\pi\left(\frac{1}{2}R_3 S_3 - \frac{1}{n}R_i S_i\right)\int l M_i^2\, d\omega.$$

Par conséquent, les cylindres elliptiques sont stables, si le rapport des axes de l'ellipse de la section droite $t < \frac{1}{3}\left(\omega^2 > \frac{3}{4}\pi\right)$. Tous les autres sont instables.

Les cylindres circulaires sont tous instables, mais le degré d'instabilité est 1. Ils ne sont instables que pour la déformation les transformant en cylindres elliptiques.

Conclusion. — Une masse fluide, partant du repos, ne peut jamais devenir un cylindre indéfini, car avant d'arriver à une figure d'équilibre stable, elle est obligée de passer par une infinité de figures instables. Ces résultats seront établis dans un Mémoire détaillé qui paraîtra prochainement.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Méthode expéditive pour le calcul des voûtes.* Note [1] de M. A. **Mesnager**, transmise par M. A. Blondel.

La détermination des moments fléchissants subis par les ponts en arcs, malgré les travaux auxquels elle a donné lieu depuis la publication de Bresse, il y a 60 ans, nécessite encore des calculs longs et fastidieux que l'ingénieur n'a pas le temps de faire lui-même et pour lesquels il est, par suite, obligé de s'en remettre à des employés.

Les Tableaux dressés en vue de simplifier les calculs sont basés sur l'hypothèse d'une section constante ou d'une section dont le moment d'inertie varie en raison inverse de l'inclinaison de la fibre moyenne. Or, les calculs faits dans cette hypothèse conduisent dans les sections des naissances à des pressions une fois et demie plus grandes que dans celle de la clef pour les surbaissements courants. On est ainsi toujours conduit à faire une seconde approximation avec des modifications importantes. Pour la première approximation, il importe donc de simplifier le calcul et cependant, s'il est possible, d'obtenir une bonne approximation des moments dans chaque section. Il n'y a lieu de serrer les résultats que dans la seconde approximation, pour laquelle les Tables établies jusqu'à présent ne rendent aucun service.

Si l'on néglige le raccourcissement de l'arc, causé par les pressions, en présence des déformations dues aux moments (avec les proportions aujourd'hui admises dans les arcs en béton armé, c'est toujours possible, avec une erreur relative voisine de $\frac{1}{100}$), on obtient une simplification considérable. Quels que soient l'épaisseur et le rapport de la flèche à la portée, pour tous les arcs dont la fibre moyenne a la forme d'une parabole et dont la section varie en raison inverse de l'inclinaison, l'abaque ci-contre donne à simple vue les moments γ produits par une surcharge 1 sur un arc de portée 1, quelle que soit la flèche. Si la surcharge est quelconque P, et la portée quelconque l, le moment est

$$M = \gamma P l.$$

La distance horizontale du centre de la section étudiée à l'une des extrémités de la voûte étant αl et la distance horizontale d'une charge appliquée

[1] Reçue dans la séance du 3 novembre 1914.

sur la voûte au même point étant βl, et α étant $< \beta$, on a

$$\gamma = (1-\beta)^2[0,5\beta(5\beta-2)+\alpha(1+2\beta-15\beta^2)+15\alpha^2\beta].$$

En portant α, β, γ suivant trois axes rectangulaires, on obtient une surface dont on peut tracer les courbes de niveau.

La figure ci-dessous représente les courbes $\gamma = \text{const.}$, famille la plus

Détermination des valeurs du coefficient à multiplier par PL pour obtenir le moment de flexion : P, charge; L, ouverture.
Distance de la section, siège du moment, à l'appui gauche (en fraction de l'ouverture)

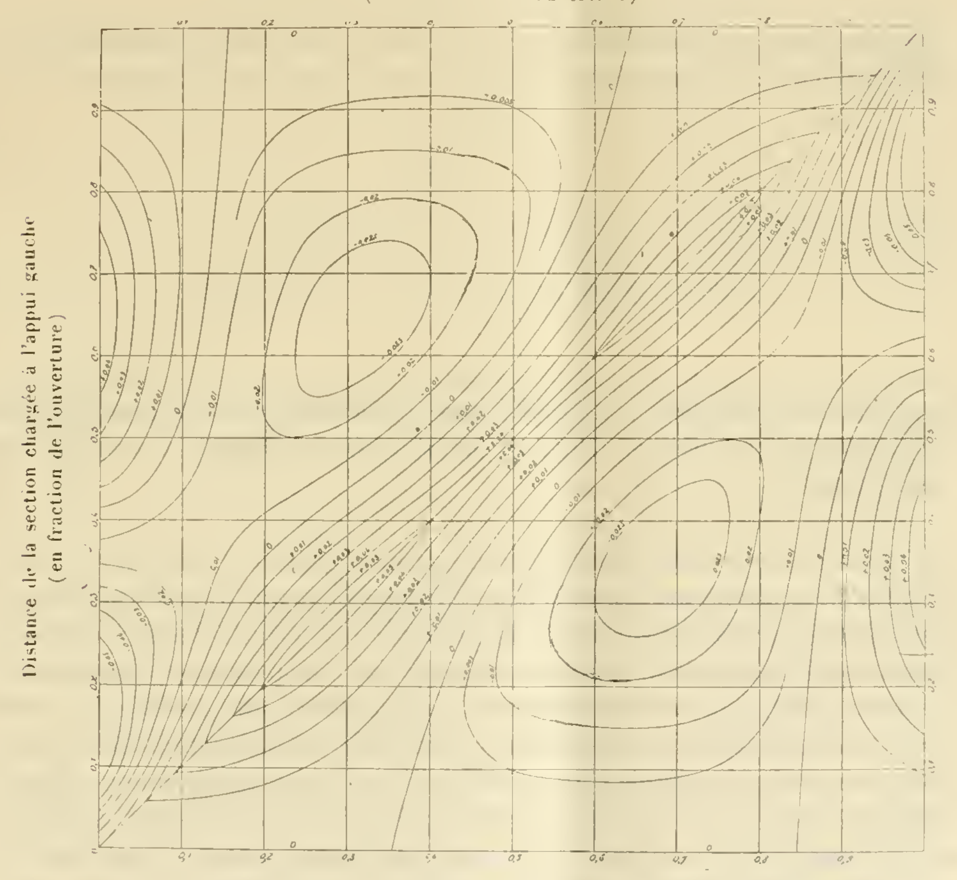


Fig. 1. — Abaque pour le calcul rapide des voûtes paraboliques encastrées.

utile pour la pratique. Mais on pourrait tracer aussi une fois pour toutes les lignes $\alpha = \text{const.}$ et $\beta = \text{const.}$

Les courbes $\beta = \text{const.}$ sont les courbes des moments, les courbes $\alpha = \text{const.}$ sont les courbes d'influence.

Dans le cas de surcharge uniforme sur toute la voûte, on a, avec des approximations de même ordre, pour valeur de la poussée

$$H = \frac{pl^2}{8}$$

et pour valeur approchée des moments aux naissances et à la clef (la résultante passant généralement au quart supérieur de la flèche en seconde approximation)

$$M_n = -1,08\,pl^2\frac{r^2}{f^2}, \qquad M_c = 0,36\,pl^2\frac{r^2}{f^2},$$

r étant le rayon de gyration à la clef, f la flèche, l la portée. Sous l'influence d'un abaissement de température T, on a une diminution de poussée

$$T = 45\,E\alpha t\frac{I}{4f^2},$$

I étant le moment d'inertie à la clef, et des moments

$$M_n = -0,845\,E\alpha t\frac{I}{f}, \qquad M_c = 0,281\,E\alpha t\frac{I}{f}.$$

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur le pont d'Eauplet et la déformation des arcs pourvus de tympans.* Note ([1]) de M. **Charles Rabut**, transmise par M. Blondel.

Parmi les hypothèses simplificatrices, mais gratuites, en usage dans la pratique des calculs de stabilité des constructions, qui sont définitivement condamnées par les résultats de l'*auscultation*, ou mesure des déformations réelles, celle qui a fait le plus de tort à l'art de construire est certainement l'omission de l'influence des tympans sur la déformation des fermes en arc et des voûtes : faute d'avoir tenu compte de cet important élément de résistance, les compagnies de chemins de fer ont inutilement dépensé bien des dizaines de millions à reconstruire de grands ponts métalliques sacrifiés sur la foi de calculs défectueux; et, d'autre part, les constructeurs ont reculé à tort, dans bien des cas, devant une augmentation, très utilement réalisable, des ouvertures antérieurement pratiquées.

Les calculateurs de profession qui ont créé cette fâcheuse tradition et les Administrations qui l'ont consacrée peuvent invoquer comme circons-

([1]) Reçue dans la séance du 3 novembre 1914.

tance atténuante le silence des auteurs classiques, qui n'ont, en général, envisagé que des arcs théoriquement dépourvus de tympans. Bien peu d'entre eux ont éprouvé le besoin de s'en justifier, et ceux qui l'ont fait se sont presque toujours retranchés dans ces affirmations *a priori*, générales et sommaires, dont on ne se contente plus aussi facilement aujourd'hui et qui masquent souvent une simple pétition de principe. Ainsi Maurice Levy se débarrasse de la question en arguant simplement que les tympans, pièces surabondantes, ne doivent recevoir d'autre rôle que de maintenir la forme des pièces essentielles en les empêchant de flamber (ce serait déjà une fonction utile et l'on peut regretter que l'auteur n'ait pas cru devoir la préciser par le calcul). Quant à Brune, si clairvoyant d'ordinaire, il admet *a priori*, sans aucun motif, que l'arc et le platelage reliés par les tympans auraient des sections équivalentes, et aboutit ainsi à une conclusion négative erronée, qu'il n'affirme d'ailleurs qu'à l'égard des déformations statiques.

Les progrès de la Résistance des matériaux ont donc laissé à peu près inexplorée la stabilité des arcs pourvus de tympans, comme le sont, dans la pratique, toutes les fermes en métal ou en béton armé, ainsi que toutes les voûtes en béton armé ou en maçonnerie.

Ma carrière de constructeur m'a fourni l'occasion et les moyens d'élucider ce problème capital par l'auscultation d'un grand nombre de ponts existants, et ensuite de le résoudre par la construction de quelques ouvrages de très grande ouverture. Les plus remarquables sont, parmi les premiers, le pont d'Eauplet, et parmi les seconds, le pont de La Balme.

Le pont d'Eauplet, sur lequel la double voie ferrée de Paris au Havre franchit la Seine à Rouen, comprend huit arches en fonte de 40^{m} d'ouverture : le calcul des arcs, traité à la manière usuelle, sans tenir compte des tympans, faisait ressortir, dans le cas de la surcharge d'une demi-travée, des efforts d'extension pouvant atteindre 7^{kg} par millimètre carré à l'extrados des arcs dans la moitié non surchargée. Ce taux de fatigue inquiétant avait, dès 1885, décidé la Compagnie de l'Ouest et l'Administration supérieure à reconstruire entièrement l'ouvrage. Fort heureusement, il me fut permis de l'ausculter : je constatai bientôt que la fatigue réelle dans la région incriminée était une *compression* ne dépassant pas 1^{kg} par centimètre carré. Grâce à la liaison établie par les tympans entre les arcs et les longerons sous rails, chaque ferme constitue une poutre de hauteur variable, très supérieure en général à celle de l'arc proprement dit. Un ensemble de mesures très complet, rendues officielles et contra-

dictoires, fit apparaître, en outre, que cette poutre s'était articulée d'elle-même, par le jeu des boulons d'attache des voussoirs ainsi que des longerons, au premier et au second tiers de l'ouverture ainsi qu'aux retombées, donnant ainsi le premier exemple d'un *arc à quadruple articulation*, type de poutre ignoré des auteurs et instable en principe, mais avantageusement praticable à la seule condition que les longerons soient butés à l'une des extrémités de chaque travée. En enregistrant les déplacements longitudinaux du tablier, j'ai reconnu que cette butée s'exerce, à Eauplet, alternativement dans les deux sens, toujours dans le sens de marche du dernier train passé sur le pont.

En prenant ces constatations pour bases du calcul des efforts sous les charges d'épreuve, on le rend sensiblement concordant avec la réalité. Les quelques différences qui subsistent s'expliquent par le fait que les piles en maçonnerie ne sont pas inébranlables comme le suppose le calcul usuel, mais fléchissent et pivotent en s'écartant de la travée chargée. Ces mouvements, que j'ai également enregistrés à Eauplet et ailleurs, ont sur l'équilibre des ponts à plusieurs arches une influence qu'il n'est pas permis de négliger, et telle qu'au pont du Manoir, par exemple, un train entrant sur la première arche produit un relèvement sensible de la huitième.

A la suite de ces constatations, la Compagnie de l'Ouest fit approuver par l'Administration supérieure, en 1898, la conservation du pont d'Eauplet moyennant un simple renforcement des pièces sous rails [1]. Cette décision, qui se traduisait d'ores et déjà par une économie de plus de quatre millions, ouvrait un avenir encore plus riche en conséquences : ces dernières ont été particulièrement heureuses pour l'évolution de la construction en béton armé qui, n'ayant point de passé, n'avait pas de routine à déraciner.

AVIATION. — *A propos de vol à voile.* Note [2] de M. **Amans**, transmise par M. Bouchard.

Il n'y a aucune théorie de vol à voile qui soit absolument satisfaisante. Je n'en propose pas moi-même, mais je tiens à signaler quelques lacunes

---

[1] L'Administration des Chemins de fer de l'État a entrepris, depuis, la reconstruction du pont d'Eauplet, pour des motifs qui n'infirment en rien les considérations ci-dessus.

[2] Reçue dans la séance du 19 octobre 1914.

importantes : aucune des théories ne tient compte de la forme de l'aile, de la forme et élasticité spéciales des rémiges, de leurs vibrations et du rapport de ces vibrations avec la propulsion.

Il me paraît indispensable :

1° De considérer l'aile animale comme un *distributeur d'air* de forme spéciale, un *transformateur de courant en direction et intensité*, capable de diminuer plus ou moins la traînée relative suivant l'espèce ;

2° D'appliquer aux extrémités des rémiges digitales le principe de l'*ovoïde vibrant*.

Distributeur. — En 1883, dans un premier Mémoire sur le vol des Insectes, je schématisais l'aile par une pale tordue, à distum plat, proximum diédrique. J'admettais que le battement donnait un courant centripète, se dirigeant vers le creux axillaire, et donnant une réaction en avant et en haut. En 1891, je démontrais l'existence de contre-courant dans une pale diédrique rotative.

J'ai admis plus tard qu'un tel courant pouvait aussi se produire dans une aile planeuse, grâce à la torsion positive et au jeu de *l'aile bâtarde : celle-ci est la vanne mobile du distributeur*. J'ai montré balances en main [1] le rôle de cette vanne pour faire varier le rapport $\frac{\text{montée}}{\text{traînée}}$.

La torsion positive, l'aile bâtarde ne sont pas des facteurs spéciaux à l'aile voilière, mais ils sont très développés dans celle-ci.

Ovoïde vibrant. — On peut illustrer ce principe par un dessin de têtard : une partie renflée à l'avant plus ou moins rigide, et une queue vibrante à l'arrière.

Résultat. — L'ovoïde est poussé du côté du gros bout.

Cette queue est animée de mouvements volontaires chez l'animal, mais avec une rémige nous pouvons obtenir des vibrations automatiques, sous l'influence d'un courant même continu. Ce courant, dans certaines conditions, se transforme en courant périodique.

Prenons une aile de Mouette desséchée en extension, et dirigeons contre elle le courant d'une petite turbine aérienne, de manière qu'il se partage

---

(1) *Essai sur le vol des Insectes* (*Revue des Sciences naturelles*, Montpellier, 1883); *Perfectionnement des hélices aériennes* (*Assoc. franç. Avanc. Sc.*, Marseille, 1891); *Géométrie des ailes rigides* (*Assoc. franç. Avanc. Sc.*, Ajaccio, 1901); *Sur le rôle de l'aile bâtarde* (*Bulletin de l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier*, janvier 1910).

également sur la face dorsale et la ventrale (le courant est dirigé d'avant en arrière; il est horizontal, ainsi que le plan de l'aile formé par une corde proximale et la pointe de la plus longue rémige).

Au fur et à mesure que la base de la turbine se promène du proximum vers le distum, on entend un bruissement particulier; avec un vent arrière on a un autre bruit; si l'on pousse violemment l'aile d'arrière en avant, on a un troisième bruit, qui est plutôt un sifflement. D'autre part, le Vautour qui voile émet un son non musical, qui se rapprocherait plutôt du premier bruissement; celui-ci coïncide avec un frémissement très net de l'extrémité des rémiges. Il peut donc être produit à la fois par ce frémissement et le choc des fortes saillies ventrales des tuyaux. Analysons de plus près ces phénomènes.

Soit une rémige de Buse; mettons sur l'extrémité un point brillant de craie et soufflons sur le distum, vent debout, à des incidences variables depuis 0° [1]. La pointe recule, monte, s'avance, descend un très grand nombre de fois à la seconde. Sa projection sur un écran noir donne une courbe ovale, dissymétrique en tout sens.

La forme de ces courbes est fonction de l'incidence du courant; elle varie avec les rémiges. Les ovales sont d'autant plus aplaties que l'incidence du courant est plus faible.

Ces vibrations sont complexes, car, en même temps qu'une flexion du tuyau, nous avons une rotation longitudinale du tuyau [2] alternative : le versant postérieur de l'étendard, mince et élastique, vibre autour du tuyau comme la queue du Têtard autour de la tête. Il est donc rationnel d'admettre la similitude d'effet, c'est-à-dire réaction propulsive.

Considérons maintenant les ailes en place, de façon que le fuselage soit en position de minimum de traînée. Si les cordes proximales font avec le courant horizontal un très petit angle nul, voire même négatif, et les distales un angle positif, la traînée est plus grande au distum : l'air s'engouffre vers le proximum, du côté de la moindre résistance, avec une plus grande vitesse. Une partie de l'air distal dévié doit décrire une trajectoire courbe,

---

[1] On prend comme incidence l'angle que fait le courant avec une corde proximale. Quant aux rémiges digitales, j'ai depuis longtemps signalé la torsion de l'étendard et les différences de torsion suivant le rang de la rémige. Ainsi, chez la Buse, la première a une torsion positive de 22°; la deuxième, de 20°; la troisième, de 14°; la quatrième, de 4°, etc.

[2] Amans, *Sur les flexions des nervures animales* (*Congrès de l'Assoc. fr. Avanc. Sc.*, Le Havre, 1914).

plus ou moins normale aux tuyaux, et les fait vibrer chacun en fonction de l'intensité du courant, de l'incidence, de la forme et élasticité de chaque rémige.

Les vibrations automatiques supposent un courant assez fort. Dans un air calme, les muscles rotateurs des rémiges doivent jouer le rôle d'un excitateur intermittent, un peu comme la bobine d'un diapason.

On pourrait avoir des phénomènes du même ordre avec une aile planeuse, mais la supériorité de l'aile voilière réside en ce que :

1° L'aile voilière est plus souple, plus flexible et, par suite, à souffle égal; elle donne des ovales plus amples. Ces caractères sont plus marqués chez les voiliers terrestres que chez les marins.

2° La forme de *couteaux* en *escalier*, si marquée dans les premières digitales des voiliers terrestres permet des écarts plus grands entre les extrémités. Deux faits se rattachent à cette géométrie :

a. Une série de plans étroits superposés en tandem donne aux petits angles d'incidence une plus grande sustentation qu'un plan unique de même superficie, à condition toutefois que cet écart soit convenable. Cet écart est plus considérable chez les voiliers terrestres.

b. Si l'écart est plus grand, il y a plus de place pour le jeu des vibrations, jeu qui diminue la traînée.

J'ai donc le droit de conclure que cette géométrie et élasticité spéciale des voiliers permet d'améliorer le rapport $\frac{\text{montée}}{\text{traînée}}$, indépendamment de toutes les théories émises jusqu'ici. J'apporte des faits nouveaux plutôt qu'une théorie; une théorie complète devrait en outre tenir compte de la forme du fuselage, des muscles manœuvriers, et des conditions de l'atmosphère encore imparfaitement connues. Si l'on veut imiter le véritable vol à voile ([1]) il ne faudra négliger aucun de ces facteurs.

RADIOSCOPIE. — *Manière simple d'obtenir la notion du relief en radioscopie.* Note ([2]) de M. F. GARRIGOU.

L'une des difficultés des applications pratiques de la radioscopie à la chirurgie, est de connaître à quelle profondeur exacte dans les tissus le

([1]) Celui que réalisent les Milans et Vautours sous vent ascendant. On a bien réalisé à Chalais-Meudon du vol sur place avec un aéroplane, moteur éteint, mais ce n'est là qu'une variété de vol plané, grâce à un fort vent ascendant.

([2]) Reçue dans la séance du 3 novembre 1914.

chirurgien doit aller chercher le corps étranger, balle, éclat d'obus, etc., qui a causé une blessure. La même difficulté existe en médecine pour savoir exactement à quelle lésion profonde se rattache tel ou tel épanchement, en quel point se trouve une tumeur causant tel ou tel phénomène anormal.

Ces déterminations de profondeur de l'ennemi pathologique recherché demanderaient à être faciles, exactes et rapides; elles sont généralement difficiles, peu exactes et lentes, malgré les travaux intéressants faits jusqu'ici sur ce sujet et dus, surtout, à MM. les professeurs Marie et Ribaut de la Faculté de Médecine de Toulouse.

J'ai cherché à donner une plus grande rapidité aux conclusions d'un examen radioscopique du genre de ceux dont nous parlons et à permettre de les renouveler souvent dans l'intérêt des malades.

Voici la description de mon appareil :

Il se compose : A. D'une caisse ouverte à son avant et à son arrière, ayant la forme d'un parallélépipède de $0^m,35$ d'ouverture en carré. B. En un point de cette caisse, une lentille plan-convexe de $0^m,20$ de diamètre est placée à poste fixe, la convexité tournée en arrière. C. Au niveau du foyer de cette lentille, une coulisse, en haut et en bas de la partie antérieure de la caisse, permet de faire circuler, à droite et à gauche, un cliché de 30×40 portant une photographie à étudier. D. Un voile noir fixé sur le dessus de la caisse peut être relevé sur la tête de l'observateur placée derrière la lentille, de manière à faire l'obscurité la plus profonde autour de sa figure. E. Cet appareil portant son cliché est tourné vers une fenêtre munie de sa vitre, de manière à bien éclairer le cliché par transparence pendant le temps de l'observation.

L'observateur ainsi placé voit nettement, après 2 minutes d'attente, le dessin représenté par le cliché, prendre un relief très net, et tous les détails des organes radioscopés se montrent à leur vraie position dans la perspective.

En examinant ainsi une poitrine, par exemple, le cœur se montre à sa véritable place; de même le foie, de même les ganglions lymphatiques de la masse pulmonaire, lorsqu'ils sont engorgés par suite d'un état pathologique. La forme de tous ces organes se dessine absolument comme à leur état naturel et, si un ruban gradué passait au-dessus d'eux après avoir été placé sur le cliché, on pourrait mesurer les dimensions de l'organe et sa situation réelle pourrait être ainsi évaluée très approximativement, avec une graduation *de convention*.

Un anatomiste, habitué à interpréter les clichés photographiques, peut se rendre un compte parfait du relief de tous les organes.

J'ai vu des chirurgiens et des médecins, examinant savamment des clichés de malades obtenus dans mon laboratoire, décrire exactement avec ces

clichés la place qu'avait occupée dans le corps une lésion qu'ils n'avaient cependant jamais vue du temps où le sujet était encore vivant.

Des clichés obtenus en employant l'appareil que je viens de décrire peuvent, j'en reste convaincu, rendre les plus grands services dans une guerre aussi monstrueuse, aussi épouvantable et antihumaine que celle dont l'Univers entier va se ressentir pendant d'interminables années [1].

GÉOLOGIE. — *Sur la structure du plateau d'Oulmès (Maroc central).* Note de M. **Louis Gentil**, présentée par M. H. Douvillé.

Le plateau d'Oulmès forme la partie septentrionale du pays Zaïan. Il est compris dans une région accidentée, sillonnée de vallées profondes, encaissées, qui séparent des plateaux d'étendues variables comme ceux de Tsal et de Ment chez les Zaïan, de Bou Raba, chez les Beni Mguild, etc.; ceux-ci se prolongent, à l'Est, avec le plateau des Beni Mtir dont j'ai antérieurement décrit la structure [2].

Le plateau d'Oulmès est constitué par un massif granitique affleurant sur une surface elliptique d'environ 5^{km} à 10^{km} d'axes et entouré par une série schisteuse et calcaire très puissante.

La masse éruptive est formée d'un granite à mica noir traversé par des filons de granulite à muscovite. Une auréole métamorphique de schistes micacés avec tourmalinites affleure, autour du granite, à une altitude moyenne de 1200^{m}.

Une série sédimentaire paléozoïque se développe, de part et d'autre de l'axe granitique, en une succession puissante de schistes et de quartzites siluriens et dévoniens; de schistes, de grès et de calcaires zoogènes dinantiens.

Des couches rouges formées de grès grossiers et d'argiles ferrugineux, parfois avec lits de gypse, invariablement accompagnées de roches volcaniques (porphyrites ou mélaphyres), représentent le Permo-Trias; elles surmontent, en discordance angulaire, la série paléozoïque.

---

[1] On peut, grâce à l'appareil que je viens de décrire, et qui est si simple, découvrir, dans les chairs d'un blessé, l'emplacement exact des balles, des éclats métalliques, des esquilles osseuses, etc., et les atteindre chirurgicalement, par des incisions régulièrement et très exactement faites. Il est facile également, au point de vue médical, de suivre régulièrement les altérations et déformations pathologiques d'organes malades (cœur, foie, rate, artères, etc., etc.) et d'organiser leur traitement *de visu*. En médecine thermale ces clichés m'ont rendu d'énormes services.

[2] *Comptes rendus*, janvier 1914.

Enfin, les dépôts néogènes du détroit Sud-Rifain se maintiennent, au Nord, à des altitudes inférieures à 500m, venant buter contre le massif ancien. Ils recouvrent les plateaux surbaissés des Zemmour, d'abord continus jusqu'à la vallée du Bou Regreg, puis sous la forme de gour isolés, comme à Merzaga et au Nif el Gour.

Près de Màziz, sur la rive droite de l'Oued Tanoubert, affluent du Bou Regreg, ils débutent par un lit de poudingue qui est surmonté par des calcaires gréseux à *Pecten Sarmenticius* Goldf. et *Pecten fraterculus* (*P. vindascinus* Font.). Cet horizon représente, soit un niveau élevé du Miocène moyen ou plutôt le Sahélien (Miocène supérieur); il se poursuit sur de grandes étendues et se montre recouvert, en approchant de la côte atlantique, par des grès ou des sables à *Ostrea cucullata* du Pliocène.

Une néphélinite, caractérisée par des phénocristaux d'haüyne-noséane, d'ægyrine et d'augite ægyrinique, dans une pâte où abonde la néphéline avec les mêmes pyroxènes sodiques, se montre au nord-ouest du plateau d'Oulmès, notamment autour du djebel Mouichchen.

Cette roche forme des lambeaux de coulées, avec tufs de projections, qui témoignent d'épanchements néogènes; on peut, en effet, faire remonter ces *volcans néphéliniques* au Pliocène, de même que les *volcans basaltiques* que j'ai signalés dans la vallée de l'Oued Tigrigra, chez les Beni Mtir et les Beni Mguild (*loc. cit.*).

Au point de vue tectonique, le plateau d'Oulmès se trouve sur l'axe d'un anticlinal tracé, avec une direction Nord-Est, Sud-Ouest, dans la série paléozoïque. Le sommet de ce pli, décapé par l'érosion, laisse affleurer une ellipse granitique avec son auréole métamorphique. J'ai signalé un fait analogue au sud-ouest de cette région, chez les Zaër ([1]), et nous avons vu qu'à l'Est, chez les Beni Mguild, un pli anticlinal de même direction se montre dans les schistes et les calcaires dinantiens.

Dans l'intervalle, le capitaine Mascarel a observé, vers le Djebel Ahiane, à la limite orientale des Zaïan, une autre ellipse granitique formant amygdale dans un pli parallèle aux deux premiers.

Nous devons donc considérer la région accidentée qui nous occupe, ainsi que son prolongement chez les Beni Mguild à l'Est, comme appartenant au faisceau de plis de la chaîne hercynienne que j'ai signalé dans le pays Zaër.

Je rappellerai, en outre, que nous avons vu cette chaîne carbonifère se bifurquer, au nord du pays des Chaouïa, en deux branches dont l'une, de direction armoricaine (NW-SE), est en grande partie effondrée sous les

([1]) *Comptes rendus*, t. 153, séance du 30 octobre 1911, p. 839.

eaux de l'Océan; tandis que l'autre, de direction varisque (NE-SW), traverse le pays Zaër pour venir affleurer dans la région Zaïan qui fait l'objet de cette Note.

On voit également, dans cette région montagneuse, des traces manifestes de la pénéplaine qui a été formée, à la fin des temps primaires, par l'arasement de la chaîne carbonifère. Le plateau d'Oulmès comme ceux de Tsal, de Ment, de Fourhal, de Mjilfa, etc., qui se trouvent à des altitudes variant entre 1100^m et 1200^m, sont des témoins importants, séparés par de profondes vallées, de cette surface de nivellement continental.

La transgression des mers jurassiques, qui ont laissé d'importants dépôts chez les Beni Mtir, s'est vraisemblablement fait sentir du côté d'Oulmès; mais, ici, les sédiments secondaires ont été enlevés par une érosion tertaire qui a mis à nu le soubassement primaire et rajeuni la pénéplaine ancienne par le creusement de vallées encaissées, parfois profondes de plus de 600^m. Ce travail d'érosion a dû se prolonger durant la plus grande partie des périodes néogène et quaternaire; il a intéressé non seulement les terrains secondaires et paléozoïques, mais encore les appareils volcaniques édifiés vers la fin de l'époque pliocène.

Enfin, il résulte de ce qui précède que la région accidentée d'Oulmès fait encore partie de la Meseta marocaine. Celle-ci s'étend bien dans le centre, ainsi que je l'avais présumé, jusqu'aux rives méridionales du détroit Sud-Rifain, formant bordure au Moyen Atlas, sur son revers nord-occidental.

MÉDECINE. — *Quelques points de l'étude expérimentale du typhus exanthématique.* Note [1] de MM. **Charles Nicolle**, **G. Blanc** et **E. Conseil**, présentée par M. Roux.

L'application de mesures prophylactiques rationnelles, basées sur la connaissance du rôle du pou dans la transmission du typhus exanthématique, en mettant fin aux épidémies saisonnières de la Régence, avait eu pour résultat de rendre impossible la continuation des études entreprises sur cette maladie à l'Institut Pasteur de Tunis.

Si, après un intervalle de trois ans, nous avons pu les reprendre, c'est grâce aux circonstances qui ont amené à Tunis, le printemps passé,

[1] Présentée dans la séance du 3 novembre 1914.

deux malades contaminés l'un au Maroc, l'autre en Algérie. En 1914 encore, la Tunisie est demeuré indemne.

Nos recherches de cette année ont eu pour objet l'éclaircissement de plusieurs points obscurs ou discutés.

I. Époque a laquelle les poux nourris de sang infectieux deviennent virulents. — Ce point n'apparaissait pas clairement dans les observations antérieures : expériences fondamentales positives de transmission du typhus par piqûres de poux (Tunis, 1909 et 1910), les piqûres ayant été répétées pendant de nombreux jours successifs; preuves indirectes des auteurs américains (non infection des singes, mais immunisation), même objection; travaux confirmatifs d'Edm. Sergent, H. Foley et Ch. Vialatte (Alger, 1914), la date d'infection des poux n'étant pas, dans ces expériences, exactement connue.

Nous avons eu recours, pour fixer ce point, non aux piqûres, méthode incertaine, mais à l'inoculation de poux broyés (10 à 100; en général 40) et prélevés à des dates variables après le repas infectant.

Poux d'un jour (c'est-à-dire nourris 24 heures auparavant sur un singe infecté). Deux expériences négatives : 1 singe (ni infection, ni immunisation), 1 cobaye.

Poux de 2 jours. — Une expérience négative : 1 singe.

Poux de 2, 3 et 4 jours. — Une expérience négative : 1 singe (ni infection, ni immunisation).

Poux de 5 jours. — Deux expériences négatives : 1 singe, 1 cobaye.

Poux de 6 jours. — Une expérience négative : 1 singe (ni infection, ni immunisation).

Poux de 5, 6 et 7 jours. — Une expérience négative : 1 singe.

Poux de 9 jours. — Une expérience positive : 1 singe.

Poux de 10 jours. — Deux expériences positives : 1 singe, 1 cobaye.

Poux de 9 et 10 jours. — Deux expériences positives : 2 singes.

En résumé, sur 11 animaux d'expérience, 8 (6 singes, 2 cobayes), inoculés avec des poux de 1 à 7 jours, n'ont pas été infectés, tandis que les 5 (4 singes, 1 cobaye), inoculés avec des poux de 9 et 10 jours, ont contracté le typhus.

Conclusion : *Les poux ne sont pas infectieux avant le huitième jour; ils le sont, de façon constante, les neuvième et dixième.*

II. Virulence des crottes des poux nourris de sang infectieux. — Nous avons réalisé sept expériences (inoculations péritonéales) :

Un singe reçoit, pendant 14 jours, des crottes de poux nourris depuis 2 *à* 10 *jours* sur un singe infecté, résultat positif.

Un cobaye reçoit, pendant 5 jours, des crottes de 3 *à* 5 *jours :* résultat négatif.

Un cobaye reçoit, pendant 5 jours, des crottes de 6 *à* 10 *jours* : résultat positif.

Un singe et un singe reçoivent, pendant 4 jours, des crottes de 3 *à* 5 *jours* : résultat négatif.

Un cobaye et un singe reçoivent, pendant 3 jours, des crottes de 6 *à* 9 *jours* : résultat négatif chez le cobaye, douteux chez le singe.

En résumé : deux résultats positifs, avec crottes de 2 à 10 jours et 6 à 10 jours; un négatif et un douteux avec crottes de 7 à 9 jours; quatre négatifs avec crottes de 3 à 5 jours.

Conclusion : *Les résultats sont les mêmes que pour les poux; les crottes, non infectieuses avant le huitième jour, le deviennent aux neuvième, dixième.* La contamination par les crottes (grattage de la peau qu'elles souillent) peut donc être aussi effective que la piqûre de l'insecte. Le microbe inconnu du typhus cultive peut-être dans l'intestin du pou.

III. Infection héréditaire chez le pou. — Edm. Sergent et ses collaborateurs ont apporté récemment un cas de transmission du typhus à l'homme par inoculation de *lentes* prélevées sur un typhique (1). Cette observation nous a paru justiciable de deux objections : contamination possible de la surface de l'œuf par le sang d'une excoriation, contamination possible de cette surface par les crottes du pou (nous venons de démontrer que celles-ci sont virulentes).

Nous avons repris les expériences de nos collègues algériens en inoculant, non point des lentes, mais de *jeunes poux*, issus d'infectés.

Première expérience. — Un singe reçoit 20 jeunes poux, nés à intervalles variables du repas infectant : résultat négatif (ni infection, ni immunité).

Deuxième expérience. — Un autre singe reçoit 105 jeunes poux, dans les mêmes conditions : résultat négatif (ni infection, ni immunité).

Dans nos deux expériences, portant sur les poux de seconde génération, *nous n'avons donc pas constaté la transmission héréditaire.*

IV. Microbiologie du typhus. — Nous avons recherché les formes bactériennes (coccobacilles) décrites par Edm. Sergent et ses collaborateurs (2) dans l'intestin de poux, nourris de sang exanthématique; sur 100 de ces insectes, prélevés en dehors de tout foyer épidémique, 5 pour 100 présentaient des formes identiques en abondance.

V. Filtrabilité du virus exanthématique contenu chez les poux. — Il n'existe actuellement qu'une seule expérience positive de transmission du typhus

(1) *Comptes rendus*, 30 mars 1914, p. 964.

(2) *Bull. Soc. de Biologie*, 13 juin 1914, p. 101.

avec le filtrat du sérum des malades (Ch. Nicolle et collaborateurs, 1910). Nous nous sommes demandé si le virus contenu chez le pou ne filtrerait pas mieux.

Deux expériences, réalisées chez des singes avec le filtrat de 140 et 175 poux broyés de 9 et 10 jours, n'ont donné que des résultats douteux : pas d'infection, typhus tardif et abortif à l'inoculation d'épreuve.

La filtrabilité du virus exanthématique demeure donc probable; on ne peut cependant la considérer comme absolument prouvée. La nature bactérienne de l'agent du typhus n'est donc point encore à rejeter.

VI. Quelques points tirés de la sensibilité du cobaye au virus exanthématique. — L'un de nous a démontré la sensibilité du cobaye au virus exanthématique. Nos expériences de 1914 nous ont prouvé que cet animal était d'une commodité aussi grande que celle du singe pour l'étude de cette maladie. Nous avons réalisé, à l'heure actuelle, douze passages successifs sur cobayes et nous pensons bien conserver désormais le virus sur cet animal. Au dixième passage, le virus montre la même activité pour le singe qu'à l'origine. La rate est virulente chez le cobaye, comme le sang; pas davantage. On peut diminuer la résistance du cobaye et rendre chez lui la maladie un peu plus grave, en associant au virus un sérum hétérogène toxique (sérum d'anguille, couleuvre, etc.).

Dans le sang et les organes des cobayes infectés, nous n'avons décelé la présence d'aucune forme microbienne.

CHIRURGIE. — *Contribution à l'étude du traitement du tétanos*. Note de MM. **Caillaud** et **Corniglion**, présentée par S. A. S. le Prince de Monaco.

A la fin de sa remarquable Communication à l'Académie des Sciences le 5 octobre dernier, le professeur Delorme disait : « Le chapitre de la thérapeutique du tétanos déclaré et aigu reste toujours ouvert. Celui qui le clôturera aura bien mérité du Pays. Cette étude devrait concentrer l'attention des chercheurs, car le tétanos déclaré est aujourd'hui une calamité. »

Rien n'est plus vrai, rien ne préoccupe plus le chirurgien des hôpitaux militaires que cette terrible complication dont il ne peut se débarrasser, malgré le déploiement de toutes ses ressources pourtant si puissantes de désinfection.

C'est pourquoi nous avons cru intéressant de signaler à l'Académie les résultats de notre récente pratique encore bien modeste, mais cependant encourageante.

Nous avons eu jusqu'à présent, à l'Hôpital complémentaire de Beausoleil, six cas de tétanos parmi le même contingent de deux cents blessés. Les deux premiers cas, traités par le sérum antitétanique et le chloral, se terminèrent par la mort en trois jours environ. L'insuccès de ce traitement nous engagea, le Dr Corniglion et moi, à en essayer un autre pour les quatre cas qui suivirent d'ailleurs presque simultanément.

Nos quatre malades présentaient des symptômes d'allure différente : d'intensité modérée pour deux d'entre eux et très grande pour les deux autres.

Nous décidâmes d'employer pour tous la méthode de Baccelli (injections phéniquées), mais je résolus d'appliquer cette méthode seule aux deux cas modérés et de lui adjoindre, pour les deux autres très graves, les injections intra-veineuses de lantol ou rhodium colloïdal. Ayant beaucoup employé le lantol dans ma pratique chirurgicale toutes les fois que je me suis trouvé en présence d'une infection grave, en ayant obtenu souvent d'excellents résultats, je pensai que ce médicament, capable à la fois d'agir sur les bacilles et sur les toxines, était parfaitement indiqué dans le tétanos et ne pouvait qu'ajouter son action à celle de l'acide phénique.

Notre technique fut la suivante :

Pour l'acide phénique, le Dr Corniglion, qui voulut bien se charger des injections, adopta la formule indiquée par Grasset; la solution phéniquée à $\frac{1}{100}$, au lieu de celle préconisée par Baccelli (solution à 3 ou 4 pour 100). Il pratiqua à chaque malade une injection intra-musculaire quotidienne de 40^{cm^3} au début. Cette quantité fut augmentée progressivement jusqu'à 70^{cm^3}, puis diminuée après amélioration nette des malades. A la fin du traitement, la solution à 1 pour 100 fut remplacée par la solution à 2 pour 100, dont les doses furent naturellement moitié moindres.

Pour le lantol, je pratiquai tous les jours, aux deux cas très graves, une injection intra-veineuse de 6^{cm^3}, jusqu'au moment où tout danger parut avoir disparu, c'est-à-dire pendant une huitaine de jours.

Les quatre cas ainsi traités se sont terminés tous par la guérison.

Le traitement a été très bien supporté tant pour le lantol que pour l'acide phénique. Il n'y a eu aucune action générale ni aucun trouble rénal. Le seul inconvénient à signaler a été un érythème avec induration succédant à l'usage de la solution à 2 pour 100, érythème vite disparu du reste.

L'amélioration s'est produite rapidement, amélioration d'ailleurs très légère d'abord, mais qui est allée en progressant régulièrement.

La guérison définitive a été obtenue en 15 et 20 jours pour les deux cas très graves et en 15 jours environ pour les deux plus légers.

En résumé, la conclusion qui se dégage de ces résultats est la suivante :

Les injections phéniquées seules ont guéri deux cas d'intensité moyenne.

Les injections phéniquées combinées avec les injections intra-veineuses de lantol ont guéri deux autres cas très graves. Ici, la méthode de Baccelli aurait-elle suffi à elle seule? Quel a été l'appoint apporté par le lantol? Il est difficile de le dire. D'autre part, l'application du même traitement à 5 cas dans un service de Cannes, où la mortalité devenait considérable, a donné 5 guérisons. Cela fait en tout 9 guérisons sur 9 cas traités.

Un plus grand nombre de faits pourra peut-être à l'avenir nous fixer à ce sujet. Quoi qu'il en soit, il nous a paru intéressant de signaler un moyen, en somme, simple et facile, qui nous a permis de sauver certainement la vie à des hommes dont plusieurs étaient menacés d'une mort rapide.

OBSERVATIONS GÉNÉRALES.

1° *Tétanos très grave. Injections phéniquées et injections intra-veineuses de lantol : guérison.* — L.-M. Sergent blessé le 9 septembre à Bar-le-Duc, arrivé à l'hôpital Riviera le 13 septembre.

Plaie en séton au *pied droit*, un petit orifice à la face dorsale relié à une vaste plaie de la face plantaire plus large qu'une pièce de 5^{fr}, plaie très infectée.

Le 20 septembre, apparition du trismus et de la raideur de la nuque. Isolement. Injection de 40^{cm^3} de sérum antitétanique.

Le 21, accentuation du trismus, rire sardonique, dysphagie, dyspnée, sueurs profuses, contracture des abdominaux, secousses convulsives, température 39°, état très grave.

Injection intra-musculaire de 40^{cm^3} de la solution phéniquée à 1 pour 100; injection intra-veineuse de lantol, 6^{cm^3}; chloral en lavements.

Ce traitement est continué les jours suivants : le lantol pendant 7 jours, les injections phéniquées pendant 12 jours. La dose est portée à 60^{cm^3}, puis diminuée.

Amélioration au bout de 2 jours qui va en s'accentuant. Guérison le 7 octobre.

2° *Tétanos très grave. Injections phéniquées et injections intra-veineuses de lantol : guérison.* — B. J. Plaie en séton du *pied gauche* par balle ayant *ricoché*. Blessé le 8 septembre.

Le 21 septembre, trismus; 40^{cm^3} de sérum antitétanique.

Le 22, les contractures sont généralisées et les secousses apparaissent. Injections phéniquées pendant 15 jours, lantol pendant 10 jours. Pendant 3 jours, état excessivement grave, ensuite amélioration. Guérison le 15 octobre.

3° *Tétanos à forme de début modérée. Injections phéniquées seules : guérison.* — R. M. Large plaie au *mollet gauche* par éclat d'obus. Blessé le 8 septembre.

Le 20 septembre, trismus, raideur de la nuque. Sérum antitétanique.

Le 22, dysphagie, gêne respiratoire, crampes dans les membres inférieurs.

Le 23, début des injections phéniquées, continuées jusqu'au 5 octobre, de 40^{cm^3} à 60^{cm^3}.

Amélioration au bout de 4 jours. Guérison le 5 octobre.

4° *Tétanos à forme de début modérée. Injections phéniquées seules : guérison.* — C. A. Blessé le 9 septembre. Vaste plaie du *talon droit*. Plaie du *pied gauche*. Énorme plaie du *genou gauche*.

20 septembre : début par trismus, raideur de la nuque, sérum antitétanique.

21 septembre : accentuation du trismus, raideur de la nuque, des membres inférieurs, gêne respiratoire, sueurs profuses. Sérum antitétanique.

22 septembre : début des injections phéniquées de 40^{cm^3} à 60^{cm^3}, continuées jusqu'au 5 octobre. Amélioration au bout de 4 jours. Guérison le 5 octobre.

ZOOLOGIE. — *Le mâle des Dicyémides.* Note [1] de M. **Aug. Lameere**, présentée par M. Yves Delage.

Il résulte de recherches que j'ai effectuées à la Station biologique de Roscoff (stalle belge Leo Errera), pendant les trois premiers mois de la guerre, que le mâle des Dicyémides n'est pas l'individu infusoriforme, comme on l'a admis jusqu'ici.

J'ai trouvé le mâle du *Dicyema typus*, parasite du Poulpe, et du *Dicyema truncatum*, parasite de la Seiche, dans ceux des individus nématogènes qui engendrent les rhombogènes. Les cellules germes antérieures de la cellule axiale de ces nématogènes donnent seules naissance à des rhombogènes; toutes les cellules germes postérieures produisent au préalable des mâles plus ou moins nombreux.

Chez *Dicyema typus*, les mâles se développent dans la cellule axiale qu'ils ne quittent pas, et leurs spermatozoïdes, très petits, s'échappent en traversant les cellules périphériques.

Chez *Dicyema truncatum*, les cellules germes masculines émigrent pour constituer les mâles dans deux cellules périphériques renflées et dépourvues de cils vibratiles qui se trouvent à l'extrémité postérieure du nématogène; les spermatozoïdes, relativement grands, remplissent ces cellules et passent ensuite dans le liquide rénal du Céphalopode.

---

[1] Présentée dans la séance du 3 novembre 1914.

Le mâle des *Dicyema* ressemble à l'individu infusorigène, c'est-à-dire à la femelle, mais il est bien plus petit, sa taille ne dépassant guère celle de la cellule germe qui lui donne naissance. Celle-ci subsiste telle quelle, son noyau se divisant en un noyau végétatif permanent et en un noyau reproducteur qui se multiplie pour donner plusieurs spermatogonies de chacune desquelles procèdent quatre spermatozoïdes.

Le mâle est donc formé d'une unique cellule somatique qui est entièrement comparable à la cellule axiale de l'infusorigène, c'est-à-dire à l'unique cellule somatique de la femelle.

Ces faits démontrent le parallélisme complet entre le cycle biologique des Dicyémides et celui des Orthonectides, car l'individu infusoriforme des Dicyémides ne peut pas être autre chose que la larve émigrante transmettant l'infection; les cellules flagellées que renferme l'infusoriforme sont des germes agames et non des spermatozoïdes.

La réunion des Dicyémides aux Orthonectides en le groupe des *Mésogoniens* est, par conséquent, pleinement justifiée.

Ces organismes sont évidemment des Métazoaires simplifiés par le parasitisme; ils me paraissent devoir se rattacher à une catégorie de Vers sexués, probablement aux Dinophiliens.

A 16 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures trois quarts.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 NOVEMBRE 1914.

PRÉSIDENCE DE M. P. APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observation de l'éclipse totale du* 21 *août* 1914, *par la Mission de l'Observatoire de Meudon.* Note de M. **H. Deslandres.**

L'Observatoire de Meudon a envoyé une Mission spéciale observer l'éclipse du Soleil en Suède à Strömsund.

La Mission a été décidée en mai dernier, c'est-à-dire trois mois seulement avant l'éclipse. Elle comprenait deux astronomes : M. Bosler, aide-astronome à l'Observatoire, et M. Block, astronome à l'Observatoire de Lund, détaché à Meudon pendant quelques mois. Elle a emporté un seul appareil astronomique, un équatorial de 8 pouces, construit autrefois pour le passage de Vénus sur le Soleil, qui portait deux spectrographes et une chambre photographique avec écrans colorés.

Les deux missionnaires sont partis ensemble de Meudon, ont observé l'éclipse en collaboration et sont actuellement séparés, à cause de la guerre, M. Bosler étant rentré en France par l'Angleterre et M. Block étant resté en Suède. Ils m'ont prié de présenter ici même un résumé très succinct de leurs résultats principaux; ils les exposeront eux-mêmes plus tard avec détails, lorsqu'ils auront pu exécuter et rapprocher toutes leurs mesures.

Les spectrographes ont donné chacun une photographie du spectre de couronne, le premier dans la région de $\lambda 780$ à $\lambda 500$, le second dans la région de $\lambda 500$ à $\lambda 360$.

Or le premier spectrographe montre nettement une raie nouvelle, intense et fine, superposée au spectre continu de la couronne, de longueur d'onde $\lambda 637,5$; cette raie rouge, qui n'est pas chromosphérique ou n'a

jamais été signalée comme telle, doit être rapportée à la couronne. Par contre, la raie ordinaire de la couronne, la raie verte λ530, n'apparaît pas sur l'épreuve; ce qui est conforme aux résultats des éclipses antérieures observées, comme celle de 1914, dans le voisinage d'un minimum de taches.

On est conduit à admettre comme très probable la reconnaissance d'une raie nouvelle de la couronne, spéciale aux époques de minimum.

Les photographies directes de la couronne, obtenues avec des écrans colorés et donc avec des radiations différentes du spectre, offrent aussi quelques points dignes d'intérêt.

MICROBIOLOGIE PATHOGÉNIQUE. — *Sur la moindre résistance des organismes débilités à l'action destructive du germe tuberculeux.* Note de M. A. CHAUVEAU.

Les sujets sains, vivant en promiscuité avec des malades porteurs du germe tuberculeux, sont exposés TOUS, *les plus vigoureux aussi bien que les plus débiles, à contracter la tuberculose. Ils sont* TOUS *aptes, en effet, forts et faibles indistinctement, à recevoir et à cultiver les germes spécifiques de la maladie, si ces germes réussissent à pénétrer, à* L'ÉTAT VIVANT, *dans les organismes sains par les voies naturelles de l'infection, c'est-à-dire les deux voies respiratoire et digestive.*

Cette proposition a été nettement établie dans le rappel ou l'exposé de faits que j'ai été amené, par les circonstances, à faire devant l'Académie, en septembre et octobre 1913, sur les conditions de la propagation de la tuberculose [1].

Lesdits faits protestaient, avec une énergique force de démonstration, contre l'extension dangereuse que tendaient à prendre, dans le monde des hygiénistes, les deux contre-vérités formulées ci-après :

1° *Les organismes en état de misère physiologique, surtout quand*

---

[1] A. CHAUVEAU, *Comparaison des organismes vigoureux et des organismes débiles, au point de vue de leur aptitude à recevoir et à cultiver les microbes virulents* (*Comptes rendus*, t. 157, p. 477).

A. CHAUVEAU, *Peut-il exister une différence entre l'espèce humaine et l'espèce bovine, au point de vue de l'aptitude innée ou spécifique des sujets vigoureux à recevoir et à cultiver le microbe de la tuberculose?* (*Comptes rendus*, t. 157, p. 524).

l'alcoolisme en est la cause, sont fatalement voués à subir la contagion tuberculeuse, lorsqu'ils y sont exposés.

2° *Les organismes vigoureux échappent, au contraire, presque tous au danger de cette contagion, parce qu'ils sont tous plus ou moins réfractaires à l'implantation et à la culture du germe tuberculeux.*

La contradiction qui existe entre ces deux propositions injustifiées, d'une part, et la mienne, d'autre part, est des plus flagrantes. Elle a été remarquée et surtout discutée, même dans le grand public, grâce à la place considérable que les comptes rendus des travaux scientifiques, présentés aux Académies et aux Sociétés savantes, tiennent maintenant dans la plupart des journaux quotidiens.

Cette utile vulgarisation n'atteint pas toujours le but qu'elle se propose, sans commettre, ici ou là, quelques erreurs. C'est généralement sans importance, les rectifications se faisant pour ainsi dire automatiquement, au cours des présentations successives. Mais ces erreurs entraînent parfois de fâcheuses conséquences quand elles déforment des faits importants appartenant au domaine de la microbiologie pathogénique. Une telle déformation induit, en effet, le grand public, dont la collaboration incessante importe tant au succès des prescriptions et des mesures d'hygiène sociale, à fausser le sens de cette collaboration.

Le sujet que j'exposais, l'année dernière, dans mes Communications à l'Académie des Sciences, a été victime d'une de ces erreurs. L'envoi de coupures empruntées, à un grand journal du matin, par des correspondants désireux d'être éclairés, m'en informèrent dès le premier jour. Cet envoi était récemment renouvelé, à propos des conditions de débilitation où vivent les armées en campagne, par un médecin renseigné, à qui pourtant il en coûte encore de renoncer à l'illusion, dont il s'était longtemps bercé, de la prétendue inaptitude des organismes forts à subir couramment la contagion tuberculeuse.

Il serait donc fâcheux de tarder davantage à relever l'erreur fondamentale commise dans la présentation, au grand public, de ma comparaison des forts et des faibles, au point de vue de leur résistance aux ravages de la tuberculose.

Dans la présentation en question, on me fait dire que « LES FORTS NE RÉSISTENT PAS MIEUX QUE LES FAIBLES A L'ACTION DESTRUCTIVE DES GERMES TUBERCULEUX ». Jamais je n'ai formulé de conclusion semblable. L'occasion, du reste, ne m'en fut pas fournie, le sujet n'ayant été, de ma part, l'objet

d'aucune étude d'ensemble. Je n'ai eu à en parler qu'incidemment, et cela pour exprimer une opinion précisément inverse à celle qui m'a été indûment attribuée, comme je vais le faire voir.

Au cours de la discussion qui eut lieu en 1912 et 1913, sur la *Déclaration obligatoire de la tuberculose*, devant l'Académie de Médecine, je fus amené à rappeler mes expériences de 1868, sur l'infection, par ingestion de matière tuberculeuse, de veaux en parfaite santé : expériences qui avaient toutes abouti à de saisissants résultats positifs. J'en obtins assez rapidement une trentaine de cas.

... « Quelques mois plus tard, le nombre de ces sujets infectés par les voies digestives avaient doublé : il s'éleva à 60. Pas un ne fit exception. TOUS DEVINRENT TRÈS RAPIDEMENT TUBERCULEUX.

Or, ces sujets d'expériences étaient tous des bêtes de choix, ne laissant absolument rien à désirer au point de vue de leur vigueur, de leur force de résistance et, pour beaucoup, de la santé de leurs ascendants, qui m'étaient parfaitement connus.

Ai-je besoin d'ajouter que ces sujets étaient logés et nourris de la manière la plus confortable. Il ne leur manquait donc rien pour réunir les conditions les plus parfaites du milieu absolument réfractaire à l'invasion du bacille de Koch. Et cependant TOUS, SANS AUCUNE EXCEPTION, se sont laissé envahir avec une sûreté et une rapidité véritablement terrifiantes!

L'invasion eût-elle été encore plus sûre et plus rapide si les sujets avaient été en état de grande misère physiologique? C'est peu probable, si j'en juge d'après deux expériences ultérieures, spécialement consacrées au contrôle de ce point d'interrogation. *Mais ces expériences ont pourtant laissé entrevoir la possibilité d'une plus grande gravité des désordres causés, par l'envahissement bacillaire, dans l'organisme des sujets débilités.* UNE TELLE INFLUENCE SUFFIRAIT, DU RESTE, A JUSTIFIER, DANS LE CAS DE LA TUBERCULOSE, COMME DANS CELUI DE N'IMPORTE QUELLE AUTRE MALADIE, LA PRESCRIPTION DE TOUTES LES MESURES D'HYGIÈNE CAPABLES DE CONCOURIR A CONJURER LA MISÈRE PHYSIOLOGIQUE. *Mais il n'y a rien là qui soit spécial au cas d'invasion de l'organisme par le bacille de Koch* [1]. »

Cette citation, que je pourrais compléter par d'autres de même portée, indique nettement à quel point se sont mépris ceux qui ont voulu voir, dans les conclusions de mes recherches relatives à la contagion de la tuberculose, la négation de toute influence malfaisante de la misère physiologique, sur l'évolution de la maladie.

Ils comprendront maintenant, avec ces renseignements, combien il importe de ne point faire de confusion entre *les conditions qui permettent*

---

[1] *Bulletin de l'Académie de Médecine*, 3e série, t. LXIX, 1913, p. 568.

l'implantation et la mise en culture du germe tuberculeux DANS L'ORGANISME NON INFECTÉ et *les conditions qui favorisent l'action destructive exercée par la multiplication de ce germe, après son implantation* DANS L'ORGANISME QU'IL A RÉUSSI A INFECTER.

Il y a là deux phases successives de l'évolution de la tuberculose, deux ordres de faits distincts.

POUR LES PREMIERS FAITS, *ceux qui se placent tout à fait à l'origine de la contagion et en constituent l'essence même, la médecine expérimentale prouve que l'*IMPLANTATION ET LA MISE EN CULTURE DU GERME TUBERCULEUX S'EFFECTUENT AUSSI SUREMENT DANS LES ORGANISMES VIGOUREUX QUE DANS LES ORGANISMES FAIBLES. RIEN NE JUSTIFIE LA RÉCEPTIVITÉ SUPÉRIEURE ATTRIBUÉE INDUMENT A CES DERNIERS.

POUR LES SECONDS FAITS, *ceux qui succèdent à la contagion réalisée, la médecine expérimentale, en parfait accord avec la médecine clinique, démontre que* LES RAVAGES DE L'INFECTION SONT GÉNÉRALEMENT PLUS GRAVES ET MOINS FACILEMENT CURABLES CHEZ LES SUJETS QU'UNE MAUVAISE HYGIÈNE CONDAMNE A VIVRE EN ÉTAT DE MISÈRE PHYSIOLOGIQUE.

Donc, le grand public, maintenant exactement averti, saura qu'il ne peut participer aux succès de la lutte, contre la contagion proprement dite de la tuberculose, qu'en se prêtant scrupuleusement à toutes les mesures instituées dans le but de dépister les germes infectants et d'en empêcher la propagation des sujets malades aux sujets indemnes, qui sont tous également capables d'être infectés quel que soit leur état de vigueur ou de débilitation.

Le grand public saura, avec la même certitude, qu'il devra s'associer à tous les efforts tentés pour arriver à la suppression de la misère physiologique. Si elle n'ajoute rien à l'aptitude à s'infecter que l'organisme sain possède naturellement, quand il est en pleine vigueur, cette misère physiologique rend l'organisme infecté plus vulnérable, plus sensible à l'action destructive des microbes tuberculeux qu'il héberge, en nombre de plus en plus considérable. C'est tout, mais c'est beaucoup, au point de vue de l'hygiène sociale, car c'est assez pour faire de cet organisme, mal défendu, une source de contagion de plus en plus active.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'énoncé le plus général des lois de l'induction.* Note [1] de M. ANDRÉ BLONDEL.

D'importantes discussions ont été soulevées à différentes reprises sur la question de savoir quelle est la loi la plus générale de l'induction : Doit-on considérer la force électromotrice comme produite par toute variation du flux magnétique embrassé par un conducteur, ou par le balayage d'une partie de ce flux par le conducteur?

Beaucoup de physiciens considèrent que de ces deux causes de production d'une force électromotrice, la première est la plus générale et contient implicitement la seconde.

La démonstration de la formule de la force électromotrice suivant Helmholtz et Lord Kelvin étant limitée au cas où le circuit induit est parcouru par un courant, l'expérience seule peut donner une réponse probante dans le cas général, qui doit comprendre l'hypothèse du circuit induit ouvert.

J'ai utilisé à cet effet un dispositif nouveau qui consiste à faire varier le flux magnétique total traversant une bobine, par la variation continue du nombre de spires de cette bobine au moyen d'un dispositif de déroulement sur place. Soient Φ le flux embrassé par une spire circulaire, N le nombre de spires semblables juxtaposées traversées par ce même flux; le flux total traversant la bobine sera $N\Phi$. Si l'on admet avec de nombreux auteurs [2] que la force électromotrice est produite par la variation du flux total embrassé, l'expression algébrique de cette force électromotrice serait

$$e = -\frac{d(N\Phi)}{dt} = -\Phi\frac{dN}{dt},$$

si l'on maintient le champ constant ($\Phi =$ const.) pendant qu'on fait varier le nombre N des spires qui l'embrassent. Cette force électromotrice présumée serait facile à mesurer, si elle se produit réellement.

Pour réaliser l'expérience, j'ai fait construire un grand électro-aimant spécial [3] dont le noyau en forme d'U se termine par deux grandes pièces polaires en forme de plateaux de 240^{mm} de diamètre dont les faces sont distantes de 260^{mm}.

---

[1] Reçue dans la séance du 9 novembre 1914.

[2] Cf. notamment MASCART, *Leçons sur l'Électricité*, 2e édition, t. I, p. 565.

[3] Cet électro-aimant a été exécuté par la maison Harlé et Cie.

Quand on excite l'électro, il se produit entre ces plateaux un champ magnétique sensiblement uniforme de 800 gauss [1], dans lequel on installe un tambour en bois de 200^{mm} de diamètre, sur lequel est enroulé, en couches régulières, un conducteur en fil de cuivre souple, d'environ 0$^{mm^2}$,5 de section totale, recouvert de deux couches de coton *tressé*; ce fil de cuivre est assez résistant et assez souple pour pouvoir être enroulé et déroulé à grande vitesse sur le tambour monté sur un axe tournant très librement dans des paliers. Un second tambour semblable, commandé par une poulie au moyen d'un moteur électrique, est disposé à proximité du premier tambour et avec son axe parallèle au premier.

On fixe sur le second tambour l'extrémité libre du fil préalablement enroulé sur le premier tambour, et l'on embraye brusquement l'arbre du second tambour, de façon à atteindre très rapidement une vitesse de rotation constante; à cet effet, le moteur électrique, qui a une forte inertie, est excité en dérivation et tourne constamment. On atteint ainsi des vitesses de déroulement d'environ 400 tours par minute, soit 6 à 10 tours par seconde. Sur les arbres des deux tambours sont calées deux petites bagues de cuivre, réunies aux extrémités libres du circuit formé par le conducteur, par des soudures pour éviter toute force électromotrice ou résistance de contact; sur ces bagues frottent des balais également en cuivre, et je me suis assuré qu'aucune force électromotrice parasite ne prend naissance dans le circuit pendant la rotation.

Les deux surfaces frottantes ont été réalisées en cuivre rouge, bien décapées de façon à éliminer toute différence de potentiel au contact; le serrage est suffisant pour assurer la continuité du contact, ainsi qu'on s'en est assuré par l'oscillographe. J'avais craint tout d'abord que des couches d'air ou d'oxyde de cuivre empêchent le passage du courant sous les très faibles forces électromotrices prévues; et, pour éviter cette objection, j'avais essayé d'employer des surfaces de frottement et des balais en argent vierge; mais il en résultait un coefficient de frottement excessif, amenant une destruction rapide, et l'expérience a montré que l'argent n'était pas nécessaire et que le cuivre décapé par le frottement se comportait aussi bien.

Le circuit est complété par une résistance de 10000 ohms qui rend négligeables les variations de résistance de contact des frotteurs, et par un galvanomètre d'Arsonval. La sensibilité de celui-ci dans le circuit ainsi composé correspondait à une déviation de 24^{mm} à 1^{m} pour 0,005 volt. La période d'oscillation est de l'ordre de la seconde.

Cela posé, en faisant dérouler la bobine préalablement enroulée dans le champ sur le tambour T, on a exécuté successivement les cinq expériences caractéristiques suivantes [2] :

Expérience I. — *L'extrémité fixe de la bobine (par rapport au tambour) est reliée à l'arbre de rotation.* — Ce dispositif est celui de la figure 1; on lance rapidement le tambour 2 jusqu'à une vitesse de 400 tours par minute

---

[1] Ce champ a été étudié et mesuré à l'aide du galvanomètre balistique.

[2] Ces expériences ont été exécutées avec le concours de mes assistants, MM. F. Carbenay et Vilmain.

et on la maintient constante pendant près d'une minute; le galvanomètre donne une déviation de 70^{mm}.

La force électromotrice correspondante, rapportée à une vitesse de 10 tours par seconde, est de 0,022 volt [1].

Expérience II. — *L'extrémité fixe de la bobine (par rapport au tambour) est reliée à une bague de même diamètre que le tambour et sur laquelle frotte le balai relié au galvanomètre.* — La disposition diffère de celle de la figure 1 en ce que la diamètre de la partie mobile sur laquelle porte le

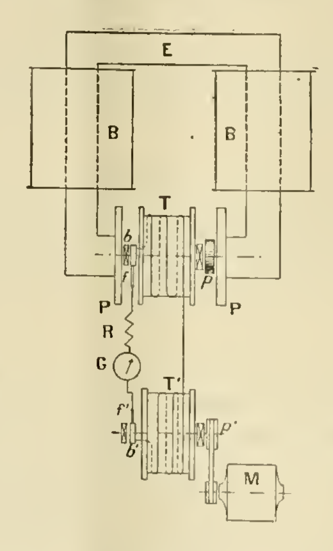


Fig. 1. — *Appareil d'induction à déroulement.*

E, Électro aimant; B, B, Bobines inductrices; P, P, Plateaux polaires; T, T', Tambours mobiles; *b*, *b'*, Bagues de prise de courant; *f*, *f'*, Balais frotteurs; *p*, *p'*, *p''*, Poulies; M, Moteur électrique; R, Rhéostat; G, Galvanomètre.

contact est égal au diamètre d'une spire et non pas simplement à celui de l'arbre (qui est négligeable). On constate alors que la force électromotrice induite pendant le déroulement est nulle. Ce résultat pourrait provenir du fait que, pendant la rotation, le circuit compris entre le balai qui frotte sur la bague et le point d'attache de celle-ci avec la bobine, comprend deux chemins différents qui peuvent en partie se neutraliser. Pour écarter cette objection, on a fait l'expérience suivante :

(1) Pendant le déroulement, la force électromotrice n'est pas rigoureusement constante, mais subit une petite décroissance en apparence continue, qui, comme on le verra plus loin, provient de la réduction du diamètre des spires quand on passe d'une couche à l'autre.

Expérience III. — *L'extrémité intérieure de la bobine frotte sur la périphérie d'un disque en cuivre de même diamètre fixe dans l'espace.* — On fixe sur le tambour de déroulement un balai frotteur auquel aboutit l'extrémité du fil de la bobine; ce balai se projette en dehors du tambour et vient frotter sur le bord d'un disque circulaire massif en cuivre parallèle à la face verticale du tambour et percé en son centre d'un trou dans lequel passe sans frottement l'arbre de rotation; au bord du trou du disque est fixée l'extrémité du fil de jonction relié au galvanomètre.

La mesure indique encore une force électromotrice nulle, comme dans l'expérience précédente ([1]). On en conclut que la force électromotrice induite dans la première expérience n'était pas due à la diminution progressive du flux embrassé par le circuit, mais bien au balayage du flux par la partie radiale du fil de la bobine. A titre de vérification, on a fait l'expérience suivante :

Expérience IV. — *L'extrémité de la bobine est fixée à la périphérie d'un disque tournant avec elle.* — Le disque de l'expérience précédente est calé sur l'arbre du tambour et l'extrémité de la bobine est soudée directement à la périphérie de ce disque, tandis que le balai relié au galvanomètre frotte au centre du disque. Le galvanomètre indique une force électromotrice précisément égale à celle de la première expérience. On retrouve encore la même force électromotrice, si l'on fait tourner le disque seul en maintenant le tambour fixe et formant le contact avec l'extrémité de la bobine par un balai frottant sur la périphérie. La force électromotrice constatée dans l'expérience I est donc bien due au balayage du flux.

Le disque de Barlow a permis, d'autre part, d'obtenir une mesure du champ magnétique employé et de vérifier son uniformité à peu près complète dans la région où se trouve placé le disque; à cet effet, on a déplacé le balai frotteur, qui fait contact avec le disque, le long d'une tige radiale fixe permettant de l'amener à des distances variables et connues de l'axe de rotation. En traçant une courbe de la force électromotrice mesurée en fonction de cette distance radiale, on a trouvé sensiblement une parabole,

---

([1]) Le résultat est le même si au lieu d'un disque on emploie simplement un anneau circulaire de même diamètre extérieur que le tambour et si l'on relie le fil du galvanomètre à un point quelconque de cet anneau, tandis que le balai frotteur fixé au tambour frotte sur la périphérie de l'anneau. L'emploi de l'anneau dans la deuxième expérience est donc bien équivalent à l'emploi du disque de la troisième expérience, bien que, dans le premier cas, l'anneau tourne.

c'est-à-dire que le flux balayé par unité de temps croît proportionnellement à la surface du cercle décrit par un point de contact du disque; d'ailleurs il n'était pas nécessaire que cette condition fût remplie. Dans les expériences précédentes I et IV, la force électromotrice était intégrée d'un point très voisin du centre à un point placé à une distance fixe ($0^m,10$) de ce centre.

Dans d'autres expériences antérieures, j'avais employé un dispositif moins encombrant, consistant en une carcasse de bobine de plus petit diamètre (8^{cm}), tournant sur billes autour d'une pièce cylindrique en fer formant partie d'un électro-aimant; le flux traversant la bobine était à peu près le même que ci-dessus; mais la bobine comprenait un bien plus grand nombre de couches et le diamètre des spires variait d'environ 30 pour 100 entre le commencement et la fin du déroulement. Il en résultait que, même dans l'expérience II, on obtenait une force électromotrice importante et décroissante du commencement à la fin de l'essai. Cette force électromotrice était due au flux balayé dans le sens radial au moment où le fil passe d'une couche de l'enroulement à la suivante (l'à-coup brusque de force électromotrice qui en résulte peut être décelé par l'oscillographe, mais non par un galvanomètre ordinaire). Elle n'a qu'une valeur négligeable, quand on opère avec le grand tambour qui ne comporte qu'un petit nombre de couches.

Ces expériences établissent *a posteriori* que :

1° Il ne peut y avoir de force électromotrice induite dans un circuit, par un champ magnétique invariable, que si la déformation du circuit fait couper des lignes de force par une portion mobile de ce circuit.

Ce n'est pas le cas quand le fil conducteur se déplace tangentiellement à sa trajectoire;

2° Il n'est pas équivalent que la ligne de fermeture d'un circuit se déplace dans un conducteur massif entre des contacts mobiles ou que le conducteur massif se déplace lui-même.

On doit donc rejeter comme inexacts les énoncés trop généraux de la loi de l'induction, qu'on trouve même dans d'excellents Ouvrages, tels que les suivants :

« Lorsque, pour une cause *quelconque*, le nombre de lignes d'induction magnétique qui traversent un fil placé dans un champ magnétique vient à changer, un courant induit prend naissance dans ce fil [1].... »

« Une force électromotrice prend naissance dans un circuit fermé quand

---

[1] Chwolson, *Traité de Physique*, 2e édition française, t. V, p. 44 en bas. (Voir aussi Mascart, *loc. cit.*).

le nombre des lignes magnétiques qui traversent ce dernier, varie (1).... »

Pour rendre exact ce dernier énoncé, il est nécessaire de le compléter par les restrictions suivantes : « et quand la variation est produite soit par le balayage des lignes de force par le conducteur, soit par une variation du champ inducteur lui-même ».

Une variation du champ inducteur ne se présentant pas dans le cas d'un induit de machine dynamo à collecteur, tournant dans un inducteur fixe excité par courant continu, l'induction d'une force électromotrice ne peut être attribuée qu'au balayage de lignes de force, même quand il n'est pas apparent, comme c'est le cas pour les induits à fils logés dans des trous du noyau induit.

D'autre part, il ne paraît pas logique d'introduire dans l'énoncé ainsi complété de la loi de l'induction, une réserve excluant le cas où le circuit induit contient des contacts mobiles, car, même dans ce cas, il y a production de force électromotrice toutes les fois qu'une partie filiforme ou massive du circuit induit balaie un flux magnétique fixe.

Enfin la première conclusion montre que dans les machines unipolaires à contacts glissants, la production de la force électromotrice ne peut être attribuée, comme on le fait quelquefois, à un accroissement du flux embrassé par une trajectoire tangentielle.

CORRESPONDANCE.

Le **Président de la Société impériale archéologique de Moscou** transmet à l'Institut de France l'expression des sentiments d'indignation que la Société archéologique a éprouvés devant la destruction de la cathédrale de Reims.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Annales de l'Observatoire royal de Belgique, éditées aux frais de l'État. Nouvelle série : *Annales astronomiques,* t. XIII, fasc. II, publiées sous la direction de G. Lecointe, Directeur de l'Observatoire.

(1) *Loc. cit.*, p. 48 en haut.

2° Les planches nos 81 à 100 de la *Carte photographique du Ciel*, publiée par l'Observatoire royal de Belgique.

ASTRONOMIE. — *Observation du passage de Mercure sur le Soleil faite à l'Observatoire de Bordeaux, le 7 novembre 1914, à la lunette pointeur de l'équatorial photographique* (ouverture $0^m,19$). Note de M. **Courty**, présentée par M. B. Baillaud.

	h m s	
1er contact extérieur..........	9.58.13	t. m. civil de Greenwich
1er contact intérieur...........	9.59.50	
2e contact intérieur...........	14. 6.33	
2e contact extérieur...........	14. 8.36	

Un voile de cirrus a rendu difficile l'observation des deux premiers contacts; le premier est sûrement en retard de plusieurs secondes.

Aucune trace de liaison n'a été constatée entre le disque solaire et la planète; celle-ci a paru bien circulaire, d'une couleur noir ardoisé plus foncée que les taches solaires du voisinage.

MINÉRALOGIE. — *Sur les macles artificielles de l'étain.* Note [1] de M. **P. Gaubert**.

Les grains cristallins d'un bloc d'étain qui a été soumis à des actions mécaniques, présentent parfois des bandes maclées [2]; l'attaque par l'acide chlorhydrique d'une surface polie artificiellement les met en évidence.

J'ai repris l'étude de ces macles et, pour établir les conditions précises dans lesquelles elles se produisent, j'ai opéré de la manière suivante :

Quelques grammes d'étain sont fondus entre deux glaces rigoureusement planes et bien nettoyées. La fusion peut se faire sur une platine chauffante, sur le bloc Maquenne ou même sur la platine d'un microscope disposé pour l'étude des cristaux liquides. En exerçant une pression convenable sur la glace supérieure, on obtient une couche d'étain plus ou moins mince qui,

(1) Reçue dans la séance du 3 novembre 1914.

(2) J.-A. Ewing et W. Rosenhain, *Philosophical Transactions*, série A, vol. 193, 1900, p. 353.

après solidification, donne une plaque dont les deux faces montrent des parties rigoureusement planes et d'un poli parfait. Comme la vitesse de refroidissement peut être réglée à volonté, la lame est composée d'un plus ou moins grand nombre de cristaux. Elle peut même être formée d'un cristal unique ayant plusieurs centimètres carrés. Le nombre et la limite des cristaux sont indiquées par les figures de corrosion obtenues avec l'acide chlorhydrique.

Si avec une aiguille on fait un trou par un choc brusque dans une plaque d'étain ainsi préparée, il se produit :

1° Du côté opposé à la face pénétrée une croix en relief dont les branches très larges sont égales ou inégales suivant l'orientation cristalline de la lame. Ces figures de glissement peuvent être comparées à celles que j'ai signalées dans les cristaux de fluorine (¹) et à celles des cristaux de fer étudiées par Osmond et Cartaud (²).

2° Deux ou trois séries de bandes brillantes, parallèles, atteignant un demi-millimètre de largeur et s'étendant du point pressé aux bords du cristal. Elles traversent complètement le cristal et leur face extérieure primitivement dans le plan de la lame fait un angle de plusieurs degrés avec ce dernier. Ces macles, par la facilité relative avec laquelle elles se produisent, rappellent celles obtenues artificiellement dans certains sels et en particulier celles du chlorure de baryum, signalées par M. O. Mügge.

Les cristaux d'étain ne s'orientent pas de la même manière par rapport à la lame de verre sur laquelle ils se produisent, aussi l'angle que font entre elles les deux ou trois séries de bandes est-il variable. On observe habituellement :

a. Des plages donnant des bandes faisant un angle de 87° environ. Elles forment parfois par leur entrecroisement des réseaux très serrés rappelant les macles du microcline. Les deux séries de bandes ne sont pas dans le même plan.

b. Des plages dont les deux sortes de bandes font angle voisin de 71°.

c. Quelques plages présentent trois séries de bandes dont les angles sont de 45°, 71° et 64°.

Par suite de la difficulté qu'il y a à faire des mesures très précises, il n'est pas possible de déterminer la nature des macles.

Les faces $b^{\frac{1}{2}}$ et $b^{\frac{1}{6}}$ sont probablement les faces d'association comme

(¹) P. GAUBERT, *Bull. de la Soc. franç. de Min.*, t. XXV, 1902, p. 154.

(²) F. OSMOND et G. CARTAUD, *Ibid.*, t. XXVIII, 1905, p. 305.

dans les macles des cristaux quadratiques d'étain. L'étude des cristaux isolés et à faces cristallines me permettra de faire la vérification.

L'orientation différente des plages est encore confirmée par l'étude des figures de corrosion obtenues par l'attaque à froid pendant une minute avec l'acide chlorhydrique à 22° B^é (¹). Tantôt elles ont un contour rectangulaire et indique que la plage est parallèle à l'axe quaternaire ou à la base, tantôt elles sont triangulaires et indiquent une face de la pyramide. Dans tous les cas les bandes maclées donnent des figures triangulaires, de telle sorte que les molécules disposées primitivement sur une face prismatique, par la production de la macle, s'orientent de manière à limiter une face pyramidale. Il est aussi à remarquer que les macles donnent de plus belles figures de corrosion et même qu'elles résistent mieux à l'attaque que les plages non modifiées.

Le plissement et la torsion d'une lame d'étain provoque la formation de bandes maclées. On peut même obtenir une alternance régulière de parties modifiées et de parties ayant conservé leur orientation primitive, et préparer des parallélépipèdes semblables à ceux qui ont été faits par Reusch avec la calcite. Il semble que c'est à la production des macles qu'est dû le « cri de l'étain ».

Les lames de plomb, préparées comme celles de l'étain, ne se détachent pas du verre ; aussi, pour observer les figures de percussion, il faut employer des lamelles de mica pouvant être traversées par une pointe d'acier. Il ne se produit pas les macles signalées dans l'étain.

L'étude de ces lames d'étain peut être faite au microscope, muni d'un appareil de chauffage et d'un dispositif permettant d'observer les corps opaques. On peut se rendre compte que les lignes entre-croisées, auxquelles Cartaud a donné le nom de *réseau cellulaire*, sont dues aux ramifications de cristaux. Il existe tous les passages entre des plages où ces dernières sont très apparentes et celles où ces ramifications sont tout à fait enchevêtrées comme l'indiquent les figures de corrosion. L'étude de corps organiques cristallisant sur une lame de verre permet encore mieux de voir le phénomène.

(¹) J.-A. Ewing et Rosenhain (*Philosophical Transactions*, série A, vol. 195, 1901, p. 279) ont obtenu des figures de corrosion triangulaires sur une lame polie.

GÉOLOGIE. — *Découverte d'un menhir resté debout sous une dune des côtes de Vendée.* Note [1] de M. **Marcel Baudouin.**

On ne connaissait pas, jusqu'à présent, d'exemple de menhir, resté *debout*, entièrement *recouvert par une dune maritime*. Or, en octobre 1914, sur les côtes de Vendée, au niveau de la *Pointe de la Grosse Terre*, en Saint-Hilaire-de-Riez, nous avons eu la bonne fortune d'apercevoir, sous un amas de sable marin, situé sur une haute falaise, à 3^{m},50 seulement de l'océan Atlantique, un bloc de pierre, qui attira de suite notre attention par sa nature pétrographique, différente de celle de la roche du sous-sol.

Comme il s'agissait, par suite, d'un *bloc apporté par l'homme* en ce lieu, nous avons immédiatement exécuté une fouille dans cette dune et mis à nu un menhir, encore en sa situation ancienne, c'est-à-dire *debout !*

Dès 1901, nous avions découvert déjà un tel mégalithe, caché sous une dune, dans la forêt d'Olonné (Vendée); mais celui-ci avait été trouvé *renversé* et gisant sur le sol : ce qui avait permis de discuter de la nature réelle de cette pierre (*Menhir de la Couche Verte*).

Par contre, pour le *Menhir de la Pointe de la Grosse Terre*, toute erreur d'interprétation est impossible. Ici le menhir est d'autant plus indiscutable que la fouille a permis de l'isoler complètement ; de découvrir les *blocs de calage* de sa base, qui le fixent en place, au milieu de la terre argileuse noirâtre de la falaise ; et de trouver, à sa partie inférieure, ce qu'on rencontre d'ordinaire au pied de ces monuments (éclats de silex ; débris de percuteur ; etc.).

Le menhir est en *quartz blanc de filon* (fait rare), haut de 1^{m},50, large de 1^{m},55, et épais de 0^{m},40. Le sous-sol est formé par des *schistes à séricite* (terrain primaire).

La coupe de la dune enveloppante a montré la stratigraphie suivante :

1° A la base, *schistes à séricite* de la falaise, sur lesquels repose la base du monument;

2° *Terre argileuse*, noirâtre, représentant un *ancien sol* (probablement prénéolithique), d'une épaisseur de 0^{m},15 à 0^{m},20, traversée par le menhir;

3° Une *dune ancienne*, mais peu importante, datant au moins de l'époque de la Pierre polie, au travers de laquelle passe aussi le mégalithe, et épaisse

---

[1] Reçue dans la séance du 9 novembre 1914.

de $0^m,30$ au moins; ce sable est certainement *ancien*, car des *blocs de calage* du menhir s'y trouvaient, comme dans la couche de terre sous-jacente, et avaient été *coincés*, à plat, le long de la pierre dressée;

4° Une *dune moderne*, superposée à celle-ci, d'une puissance d'au moins $0^m,70$ à $0^m,80$, enveloppant tout le reste du mégalithe et le dérobant aux yeux, sauf au niveau de son sommet même.

De telles trouvailles sont des plus précieuses au point de vue de la *chronologie préhistorique* et même au point de vue *géologique* [1]. L'*intercalation* d'une ŒUVRE HUMAINE, d'un caractère indiscutable et d'une époque aujourd'hui certaine [Age de la Pierre polie], au milieu de différentes couches de terrains, classées dans le *Quaternaire moderne*, que tous les géologues actuels considèrent comme sans aucune stratification utilisable, constitue au contraire un *repère* des plus précis, qui, on l'espère, nous a permis de dater les époques où se sont constituées : 1° la *terre noire*, d'une part; 2° d'autre part, la *couche inférieure* de la *dune* maritime, peu épaisse, alors que, sur le terrain et à côté du menhir, il était impossible de reconnaître où commençait la *dune post-mégalithique*, plus récente et moderne.

De plus, la constatation de cette terre noire, au-dessous de deux dunes, autorise à penser : 1° que, jadis, l'Océan était encore *éloigné* quand cette terre s'est formée, puisqu'elle renferme très peu de sable de plage; 2° que, plus tard, avant l'ère mégalithique, une première dune s'est déposée grâce au rapprochement de ladite plage; 3° et qu'enfin, après l'époque de la Pierre polie, l'Océan a continué sa marche vers le menhir, puisqu'une nouvelle dune, plus importante encore, s'est constituée! Nous prenons donc là, sur le fait, la *modification du rivage atlantique* qui s'est produite en Vendée, depuis la fin du Paléolithique (Quaternaire ancien) jusqu'à la période présente.

---

[1] MARCEL BAUDOUIN, *Données stratigraphiques fournies par les dunes sur les côtes de Vendée : leur importance en Préhistoire et en Géographie historique* (*Bull. Soc. Sciences nat. Ouest*, Nantes, 3e série, t. II, 30 juin 1912, p. 55-90, fig., voir p. 65). — *Les mégalithes des dunes comme repères de Chronologie préhistorique* (*La Nature*, Paris, 1902, p. 40-41, 3 fig.).

GÉOLOGIE. — *Sur la présence de lames cristallines dans les Préalpes et sur leur signification.* Note de M. **Maurice Lugeon**, présentée par M. Termier.

On sait que les Préalpes suisses et françaises qui s'étendent entre l'Arve et l'Aar sont constituées par des nappes de recouvrement empilées, sans attache avec leurs racines.

Parmi ces nappes, il en est dont les racines sont connues. C'est ainsi qu'en 1900 j'ai pu montrer que celles des Préalpes internes étaient situées immédiatement au sud des nappes helvétiques. De son côté, Argand montrait à son tour en 1909 que la nappe rhétique, la plus haute, prenait naissance dans la zone du Canavèse, sur le bord méridional des Alpes, immédiatement au voisinage des Dinarides.

Ce vaste empilement de nappes se montrait donc formé à la fois par ce que j'ai appelé, en 1901, des nappes à racines internes et des nappes à racines externes.

En connaissant ainsi l'amorce certaine des plus basses et de la plus haute nappe, il devenait certain que les nappes intermédiaires du grand empilement préalpin devaient se rattacher aux nappes pennines, mais la jonction des unes avec les autres restait hypothétique, et sous ce rapport l'accord n'est actuellement guère parfait entre les géologues alpins. Les uns cherchent à faire ces raccords en se basant sur la similitude des faciès; les autres, sans oublier l'argument stratigraphique, font prévaloir des arguments géométriques. Le désaccord dépend surtout d'une question de méthode, et il pourrait s'éterniser, car les faits utiles à la discussion paraissent épuisés.

J'apporte ici un fait nouveau qui limite considérablement le débat.

A environ 500^{m} au nord du village de Gsteig, dans la haute vallée de la Sarine (au nord des Diablerets), j'ai observé la coupe suivante, de haut en bas :

Grès du Niesen, passant insensiblement à une brèche sans ciment, dont les éléments sont des calcaires et des schistes cristallins. On croirait voir, dans cette brèche, le résultat d'un formidable broyage, mais le passage aux grès, nettement stratifiés, nous indique qu'il s'agit d'une brèche de base. Épaisseur de cette brèche : 15^{m}.

Calcaire gris, probablement liasique, 1^{m}.

Schistes verts du Trias supérieur, 0^{m},50.

Calcaire dolomitique en gros bancs, 2^{m}.

Calcaires moins magnésiens en plaquettes du Trias moyen, 6^m.
Quartzites plus ou moins laminés du Trias inférieur, 3^m.
Schistes cristallins verts micacés, épaisseur visible, 5^m.

Plus tard, en compagnie de mon collègue et ami Argand, nous avons découvert, dans le torrent du Sulzgraben, près de Gsteig, deux autres lames de schistes micacés verts intercalés dans le Flysch; l'une de ces lames est remplacée latéralement par de la cargneule triasique.

Pour la première fois, les schistes cristallins, en dehors de ceux qui constituent des blocs exotiques du Flysch, étaient rencontrés dans les Préalpes, à la base de la nappe du Flysch du Niesen, formant dans cette nappe des noyaux anticlinaux épais de $0^m,50$ à 6^m. Cette première découverte en amènera certainement d'autres, car je connais dans les environs du Trutlisberg, col entre Lauenen et la Lenk, toujours à la base de la nappe du Niesen, des fragments isolés de roches cristallines qui m'avaient fait jadis l'impression d'être trop considérables pour pouvoir appartenir à des blocs exotiques, mais je n'avais pas osé me prononcer.

On sait que les grandes nappes des Alpes pennines sont chacune caractérisées par des schistes cristallins spéciaux. La nappe du Grand Saint-Bernard, ou nappe IV, contient dans ces noyaux des micaschistes plus ou moins gneissifiés ou granitisés, réunis sous le nom collectif de schistes de Casanna.

Or les lames cristallines des environs de Gsteig sont exclusivement formées par des schistes de Casanna.

En conséquence, *la nappe du Niesen ne représente qu'une digitation frontale de la nappe du Grand Saint-Bernard.*

On remarquera dans la coupe de la route de Gsteig l'absence complète du Carbonifère. Ce terrain existe dans la nappe du Grand Saint-Bernard, mais exclusivement dans les parties antérieures de son front valaisan, alors qu'il est absent ou confondu avec les schistes de Casanna dans les régions de la nappe plus rapprochées de sa racine. Nous pouvons donc situer, semble-t-il assez exactement, la digitation qui a donné naissance à la zone du Niesen : ce n'est qu'un des éléments supérieurs de la nappe du Grand Saint-Bernard qui a pu se propager si loin vers l'avant-pays.

Je tiens à terminer cette Note en faisant remarquer que cette découverte confirme d'une manière éclatante l'hypothèse dessinée par Argand dans ses profils à travers les Alpes occidentales. La zone du Flysch du Niesen est donc bien, comme le pensait cet auteur, le front de la nappe alpine la plus puissante.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la saccharogénie dans la betterave.* Note [1] de M. H. Colin, présentée par M. Gaston Bonnier.

On sait que les feuilles de betterave renferment, à côté de principes réducteurs, une proportion variable de saccharose ; c'est aux dépens de ces sucres que la souche s'enrichit en saccharose.

Sur la genèse, dans la racine, du sucre cristallisable, on peut formuler deux hypothèses : ou bien le saccharose des feuilles passe seul dans la souche qui se borne à l'emmagasiner, ou bien le réducteur descend également dans la racine et s'y polymérise à l'état de saccharose.

En s'inspirant du mode de formation des hydrates de carbone figurés, dans les organes de réserve, on inclinerait à attribuer à la souche de betterave un rôle de polymérisation; cependant Girard [2], dans son travail classique sur la betterave, et, à sa suite, la plupart des chimistes de sucrerie se sont prononcés en faveur de l'hypothèse opposée : le saccharose, formé à la lumière dans les feuilles, émigrerait pendant la nuit vers la souche, *à l'exclusion du sucre interverti* ; la racine, par suite, n'aurait qu'un rôle purement passif. Cette opinion était appuyée sur deux catégories d'observations : 1° l'absence de réducteur dans la souche ; 2° la disparition, dans les feuilles, d'une partie du saccharose pendant la nuit.

La première de ces observations n'est pas rigoureusement exacte. J'ai toujours constaté, dans la souche, la présence de principes réducteurs. Assez important dans les débuts, le rapport du réducteur au saccharose diminue à mesure que la souche se développe, mais ne s'annule jamais. Voici, à titre d'exemple, une série de dosages :

État des betteraves analysées.	Sucres pour 100g de pulpe fraîche. Réducteur.	Saccharose.	Rapport du réducteur au saccharose.
Souches filiformes........	0,46	2,57	0,178
» de 4g à 6g...	0,25	5	0,050
» de 10g à 15g...	0,20	7,42	0,026
» de 100g à 200g...	0,13	11,70	0,011

Le réducteur est d'ailleurs plus abondant au niveau du collet où le rapport peut atteindre 0,2.

---

(1) Présentée dans la séance du 3 novembre 1914.

(2) Girard, *Comptes rendus*, t. 97, 1883, p. 1305; t. 99, 1884, p. 808; et *Ann. Inst. agron.*, 1884.

Quant à la perte en saccharose éprouvée par les feuilles durant la nuit, elle n'est pas liée nécessairement à l'émigration du saccharose vers la souche; en effet, le saccharose diminue de la même façon, à l'obscurité, dans les limbes plongeant par leur base dans l'eau distillée, sans que d'ailleurs on observe trace de sucre dans le liquide. Le saccharose peut donc se transformer, dans les tissus de la feuille, *indépendamment de toute relation entre l'appareil foliaire et la souche.* Les résultats suivants se rapportent à des feuilles ainsi séparées de la souche et placées les unes à la lumière, les autres à l'obscurité. Les expériences ont porté sur deux variétés de betterave : une sucrière extra-riche de la maison Dippe, et la Fouquier d'Hérouël de Vilmorin.

Sucres (exprimés en interverti) pour 100g de feuilles fraiches.

Feuilles à la lumière.			Feuilles à l'obscurité.		
Sucre total.	Réducteur.	Saccharose.	Sucre total.	Réducteur.	Saccharose.
		I. — *Betterave Dippe.*			
1,61	1,31	0,30	1,45	1,32	0,13
0,82	0,43	0,39	0,39	0,31	0,08
0,65	0,32	0,33	0,52	0,30	0,22
1,33	1,02	0,31	1,08	0,95	0,13
1,27	0,83	0,44	1,19	0,85	0,34
		II. — *Betterave Fouquier d'Hérouël.*			
0,53	0,17	0,36	0,20	0,05	0,15
0,50	0,30	0,20	0,28	0,17	0,11
0,70	0,17	0,53	0,11	0,01	0,10
0,92	0,31	0,61	0,40	0,20	0,20
0,73	0,57	0,16	0,34	0,29	0,05
1,09	0,87	0,22	0,30	0,26	0,04

Ces résultats ne sont d'ailleurs que l'expression d'une loi banale de physiologie; leur interprétation est particulièrement simple dans le cas présent, car les feuilles de betterave placées en menus fragments au contact d'une solution de saccharose ne tardent pas à l'intervertir.

Si l'on veut connaître la nature des sucres délivrés à la souche par les feuilles, c'est au pétiole qu'il faut s'adresser, dans la région qui touche au collet de la racine; or les pétioles renferment, dans leur partie inférieure, une proportion importante de sucre interverti: le rapport du réducteur au sucre cristallisable est toujours notablement supérieur à l'unité.

Étant donnée la composition du mélange des sucres à la base du pétiole, il est difficile d'affirmer que le saccharose émigre seul vers la souche, à l'exclusion du réducteur. Il semble que la racine reçoive à la fois du saccharose qui s'emmagasine et du réducteur qui est polymérisé; l'entrée de ces sucres est réglée par la pression osmotique de chacun d'eux dans le mélange.

L'importance relative de ces deux fonctions de la souche varierait avec les différentes races de betterave; on comprendrait de la sorte comment deux variétés dont les feuilles élaborent des quantités très différentes de sucre cristallisable, peuvent avoir des souches également riches en saccharose.

CRYPTOGAMIE. — *La Flore marine de l'île de Tatihou et de Saint-Vaast-la-Hougue.* Note de M. **P. Hariot**, présentée par M. L. Mangin.

La Flore marine de la Hougue est actuellement une des mieux connue des côtes de France, grâce aux recherches de Thuret, de Bornet, d'Areschoug, de Lebel, de Gomont, etc. Malgré cela et depuis la publication de mon Mémoire ([1]), quelques espèces nouvelles ont été signalées. C'est le cas des *Cordylecladia erecta*, *Phyllophora Traillii*, *Erythrotrichia Welwitschii*, *Ralfsia deusta*.

Le *Cordylecladia erecta* (Grev.) J. Ag. est une petite Rhodyméniacée qui n'a encore été observée que sur quelques points de l'Angleterre, à Cherbourg (anse Sainte-Anne, Querqueville, le Hommèt, les Flamands), à Brest et à Belle-Isle. Les collections du Muséum en renferment un échantillon recueilli à Saint-Vaast par le Dr Lebel.

Je rappellerai qu'on trouve à Tanger une autre espèce du même genre, le *C. conferta* (Sch.) J. Ag., qui pourra être retrouvée dans la Méditerranée et dans l'Atlantique chaud. Elle a été signalée en Californie, à San-Diego et à Santa-Barbara. Schousboe, qui l'avait récoltée le premier au Maroc, y soupçonnait le type d'un genre nouveau.

Le *Phyllophora Traillii* Holm. et Batt. est encore plus intéressant, car on ne le connaissait jusqu'ici que sur un très petit nombre de points des côtes de l'Angleterre, de l'Écosse et de l'Irlande. Sa petite taille est peut-

([1]) P. Hariot, *Flore algologique de la Hougue et de Tatihou* (*Annales de l'Institut océanographique*, IV).

être cause qu'il n'a pas été aperçu plus tôt. Il a été rencontré dans l'île de Tatihou à la base des murs de l'Ilèt. Dans la même région croissent les *P. rubens* (G. et W.) Grev.; *P. membranifolia* J. Ag. et *P. palmettoides* J. Ag., les deux premiers pas très rares.

L'*Erythrotrichia Welwitschii* Batt. a été indiqué tout récemment [1], mais je n'en ai pas vu d'exemplaires. Sa présence n'est pas impossible car il a été signalé à Guernesey, dans le Dorset et au Portugal. Je n'ai pas eu non plus en mains d'échantillons du *Ralfsia deusta*. Peut-être s'agit-il du *R. verrucosa* Aresch. qui a pour synonyme *R. deusta* Berk. Le véritable *R. deusta* (Ag.) J. Ag. est une algue des mers arctiques qui appartient peut-être à un autre genre. Le *R. verrucosa* abonde sur les cailloux du Rhun où l'on a rencontré le rare *Lithoderma adriaticum* Hauck qui ne peut s'en distinguer à première vue.

Si quelques espèces nouvelles ont fait leur apparition, il en est d'autres qui semblent avoir disparu. Tel est le cas du *Codium Bursa* Ag. vu une seule fois par Areschoug; il abonde à Granville, aux îles Chausey et manque dans le Cotentin. Il en est de même de l'*Enteromorpha aureola* Kütz. trouvé par Bornet et Thuret, en 1863, dans le Cul-de-Loup de Morsalines; du *Striaria attenuata* (Ag.) Grev. récolté en 1858, par le Dr Lebel. Quoique vraisemblablement rejetée cette algue présente un certain intérêt, car elle n'a été jusqu'à ce jour observée sur aucun point des côtes normandes et est rare en Angleterre.

L'*Hypnea musciformis* (Wulf.) Huds. n'a été vu qu'une seule fois par Gomont dans les huîtrières de Tatihou. Mais il est à présumer qu'il avait été apporté d'Arcachon avec des huîtres.

D'autres algues ont disparu de certains points, mais se retrouvent ailleurs. Il en est ainsi du *Bostrychia scorpioides*, qu'on ne trouve plus depuis longtemps à l'embouchure de la Saire, mais qui abonde toujours au Cul-de-Loup; du *Monostroma laceratum* Thuret qui vivait avec l'espèce précédente et existait encore tout récemment au Cul-de-Loup. Je ne l'y ai cependant pas revu en 1911.

On pourrait également placer au nombre des algues, sinon disparues, du moins difficiles à retrouver, le *Stereococcus Malardi* Wille, dont le regretté Malard connaissait seul la localité exacte.

---

[1] R. Dollfus, *Les zones subterrestres et littorales de l'île Tatihou et dans la région de Saint-Vaast-la-Hougue* (*Manche*) (*Bull. du Mus. nat. d'Hist. nat.*, n° 4, 1914, p. 253-257).

Est également susceptible de disparition le *Chætomorpha Melagonium* (W. et M.) Kütz., dont l'unique station sous le phare de Gatteville est trop connue des collecteurs d'algues. Une nouvelle localité, découverte ces dernières années à Cherbourg par M. Corbière, ne paraît pas devoir résister longtemps, en raison de travaux effectués dans la région où elle se trouve.

Il faut, je crois, maintenir, au nombre des habitants de la Flore de la Hongue, quelques espèces qu'on ne trouve qu'exceptionnellement en raison de leur croissance à un niveau très bas qui ne découvre jamais. C'est le cas du *Carpomitra Cabreræ* Kütz., ramené une fois du fond avec une grosse pierre; du *Sporochnus pedunculatus* (Huds.) Ag. que Bornet a plusieurs fois rencontré flottant, attaché encore à de petits cailloux et que j'ai vu dans des fonds de chaluts.

Il n'est pas étonnant de ne pas rencontrer certaines espèces qui sont étrangères à la flore des baies, si bien caractérisée à la Hougue, et qui exigent une mer plus ouverte et des rochers plus violemment battus : *Cystoseira fibrosa* Ag.; *Bifurcaria tuberculosa* (Huds.) Stackh.; *Himanthalia lorea* (L.) Lyngb. etc., qu'on retrouve tout près de là, à Gatteville.

Si nous cherchons quelles sont les espèces spéciales à la Hougue et à Tatihou, les endémiques, nous ne trouvons que *Stereococcus Malardi* Wille et *Polysiphonia rhunensis* Thuret. La première de ces algues, en raison de ses petites dimensions, est difficile à reconnaître; l'autre est très voisine des *P. fibrata* et *insidiosa* et peut, à première vue, être confondue avec eux. Sans être spécial à la région, on pourrait signaler le *Fucus ceranoides* L., *toujours hermaphrodite*, à l'embouchure de la Saire.

On peut, je crois, supprimer les *Halosphæra viridis* Schm. et *Phäeocystis Poucheti* (Hariot) Lag., indiqués, mais qui n'ont jamais été rencontrés dans des pêches de plancton effectuées méthodiquement pendant six années consécutives et à toutes les saisons.

Il reste encore à glaner. Un observateur intelligent pourrait suivre le développement de quelques espèces intéressantes, nous dire comment disparaît et dans quelles conditions paraît chaque année le *Padina pavonia* (L.) Gaillon, dont les stations sont faciles à repérer. Des observations analogues s'appliqueraient au *Chorda Filum* (L.) Stackh., qui abonde à peu près partout à une époque déterminée, etc.

Il serait intéressant de suivre l'édification de ces filaments simples ou ramifiés, qui abondent dans les eaux saumâtres du Cul-de-Loup de Morsalines et qui consistent en colonies de Diatomées. Les anciens diatomistes

les classaient dans le genre artificiel *Schizonema*. Le regretté Malard les a souvent fait récolter sous le nom tout à fait erroné d'*Ectocarpus rufulus* Kütz.

J'ai pu commencer à Tatihou des recherches sur la croissance des Fucus; Mme Lemoine, de son côté, a fait des observations du même ordre à Roscoff [1]. Il serait utile de les compléter pour avoir des termes de comparaison.

Enfin, aux îles Saint-Marcouf, il ne manquerait pas d'intérêt de recueillir les algues d'eau douce qui peuvent se développer dans de petites mares d'eau douce habitées par le *Lemna minor* L., des Succinées et des Planorbes.

M. J. Andrade adresse une Note intitulée : *Balance pour la mesure d'un effort horizontal.*

A 15 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures et demie.

G. D.

---

[1] P. Hariot, *Sur la croissance des Fucus* (*Comptes rendus*, t. 149, 1909, p. 352-354).

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 NOVEMBRE 1914.

PRÉSIDENCE DE M. Ed. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MICROBIOLOGIE PATHOGÉNIQUE. — *La misère physiologique et la tuberculose dans les armées en campagne.* Note de M. A. Chauveau.

Pour protester contre une interprétation, très fâcheusement erronée, du résultat de mes recherches de médecine expérimentale, sur la propagation de la tuberculose, j'ai dû rappeler, dans la dernière séance, comment j'avais scientifiquement limité et défini le rôle joué par la misère physiologique dans les atteintes que cette maladie porte à l'organisme. Cette limitation et cette définition s'appliquent-elles nécessairement à tous les cas de débilitation? La question m'était justement posée par le médecin renseigné dont l'intervention m'avait indiqué les graves inconvénients qu'il y avait à laisser se propager davantage, sans énergique protestation, l'erreur dont mon travail était victime. Témoin de la dure vie des combattants du front de nos armées, il connaît parfaitement les déplorables influences déprimantes auxquelles ils sont soumis et en redoute les conséquences. Il peut se rassurer. Ces conséquences ne seront pas en contradiction avec la limitation et la définition induites des enseignements de la méthode expérimentale, sur le rôle imparti à la misère physiologique dans les ravages de la tuberculose. Les démonstrations de cet ordre ont une signification générale qu'aucune objection ne saurait entamer.

Il est donc incontestable que tout ce qui a été dit de ce rôle, dans ma dernière Note, se reproduit exactement, suivant les mêmes modes, quand la débilitation de l'organisme a pour origine les mauvaises conditions hygiéniques auxquelles l'état de guerre expose les armées en campagne.

La misère physiologique, dans ce milieu spécial, ne pourrait y favoriser, en aucune façon, l'implantation du germe tuberculeux sur les sujets exposés à la contagion. Pas plus que dans les autres milieux, la débilitation de l'organisme ne crée ou n'accroît la réceptivité tuberculigène, apanage naturel commun aux forts et aux faibles, dans l'armée comme ailleurs : ceux-ci ne se distinguant de ceux-là que par une très notable atténuation de leur force de résistance aux ravages de la pullulation bacillaire une fois établie.

C'est là, dans le cas de l'évolution tuberculeuse, le seul vrai danger spécialement imputable à la misère physiologique. Or, ce vrai danger, coïncidence instructive, serait même inexistant, pour les armées en campagne, si la sélection chargée d'en exclure tous les porteurs de germes tuberculeux avait pu y être faite avec une impeccable rigueur.

Il est certain que cette exclusion rigoureuse procurerait aux armées cet autre précieux avantage d'y supprimer toutes les sources autochtones de contagion tuberculeuse. Ce sont toujours les plus actives. La contamination du soldat par les germes erratiques éventuellement rencontrés, d'une manière fugitive, dans les différents gîtes d'étapes, est incomparablement plus aléatoire. *Celle qu'il doit craindre surtout résulte de son contact permanent avec des camarades porteurs et semeurs de germes.*

C'est là un autre vrai danger, couru cette fois par les sujets vigoureux, aussi bien que par les sujets débilités, quand l'agent infectant pénètre, en plein état de vie, dans l'organisme indemne des uns ou des autres. Doué, en effet, de la même réceptivité dans les deux cas, cet organisme s'y prête, avec les mêmes chances de réussite, à l'implantation et la mise en culture des germes semés par les malades autour d'eux. Heureusement que ces germes, avant d'arriver sur leur terrain de culture, par les voies naturelles de l'infection, rencontrent bien des chances d'atténuation de leur activité. Mais il en est toujours, parmi eux, qui échappent à cette déchéance. C'est pourquoi les sujets tuberculifères n'en restent pas moins de redoutables ennemis des agglomérations humaines de toutes conditions, mêmes des agglomérations militaires, composées d'hommes vigoureux soigneusement triés. Nous ne serions plus excusables aujourd'hui de les considérer comme suffisamment protégés par leur vigueur contre l'infection tuberculeuse. A l'heure actuelle, on n'ignore plus qu'il n'en est rien, et l'on sait du reste que la meilleure garantie qui puisse être donnée à nos soldats, contre toute chance d'infectation par leur milieu, c'est d'en éliminer tous les infectés capables d'y semer leur agent infectant. Nous ne sommes plus

autorisés maintenant à les regarder comme de simples non valeurs, dont l'expulsion importe à la force de l'armée. Ils constituent, pour elle, un vrai danger auquel on serait coupable de l'exposer, étant donné surtout que les nouvelles méthodes de combat accroissent ce danger en rendant souvent la promiscuité des combattants plus intime, partant plus malfaisante.

Dès 1868, les résultats angoissants de mes premières expériences d'infection tuberculeuse, par les voies digestives, avaient ancré dans mon esprit, avec la plus tenace solidité, la notion de ce danger. J'y conformai scrupuleusement mes agissements au moment de la guerre 1870-1871. Quoiqu'ils n'aient eu à s'exercer que dans le champ très restreint d'un choix de personnel, pour une grande ambulance auxiliaire de campagne, l'effet en fut très instructif. Il y a utilité à le faire voir.

Les armées qu'après nos premiers désastres, la puissante impulsion de Gambetta, secondé par notre confrère de Freycinet, fit en quelque sorte surgir de terre, étaient assez pauvres en organes du *service de santé*. Pour parer à cette pénurie, la *Société de secours aux blessés militaires*, à Lyon, résolut de consacrer une partie de ses grandes ressources à la création d'ambulances militaires, qu'elle offrirait tout organisées aux services de l'armée. La première qui fut mise sur pied (*Première ambulance lyonnaise*, qui devint l'ambulance de quartier général du 20e corps) avait à sa tête notre grand chirurgien Léopold Ollier. Il tint à m'y faire une place. Mais je n'acceptai qu'à la condition de contribuer au choix du personnel de l'ambulance : chirurgiens, médecins et pharmaciens, infirmiers et brancardiers, auxiliaires administratifs et gens de service commun, etc. Les demandes étaient fort nombreuses et plusieurs déjà agréées au moment où mon grand ami réclamait mon concours. Éclairé par les éclatantes constatations que je venais de faire sur les effets de l'introduction des germes tuberculeux dans l'organisme, par les voies naturelles qu'il offre à leur pénétration, j'imposai l'exclusion de tout sujet suspect, pour annihiler les chances de contamination qu'allaient créer entre nous les promiscuités de la vie commune. Ce fut une dure tâche, dont sûrement je ne serais pas venu à bout si je n'avais pas possédé la confiance absolue de mon chef. Je me heurtais au scepticisme et à la défiance d'un milieu imprégné de tout autres idées que les miennes, tant sur la nature de la tuberculose que sur la vigueur et la force de résistance nécessaires aux sujets attachés aux travaux d'ambulance.

En somme, quand l'ambulance se mit en mouvement, il ne s'y trouvait assurément aucun membre de son personnel qui pût être inculpé de tuberculose décelable par les moyens cliniques courants, et l'avenir montra que tous se trouvaient à l'abri du soupçon d'être sous le coup d'une tuberculose larvée.

Mais tous n'étaient pas irréprochables, au point de vue des apparences de vigueur et de force de résistance. Je n'avais pu éviter l'introduction d'adolescents de 15 à 16 ans et d'adultes, bien portants d'ailleurs, qui ne réalisaient pas les conditions de grande robustesse que je réclamais. De ces accrocs infligés à mes prétentions, je n'eus

pas, du reste, à me plaindre. Ils m'ont permis, en effet, d'ajouter une autre vérification de tout premier ordre à celle que je visais directement en cherchant à réunir un personnel d'ambulance soustrait aux influences capables d'en faire un foyer actif de propagation tuberculeuse.

De septembre 1870 à mars 1871, les pérégrinations de l'ambulance l'amenèrent successivement dans les Vosges, sur les bords de l'Ognon, à Besançon, en Bourgogne, dans la forêt d'Orléans, sur la rive gauche de la Loire, à Bourges, Nevers, Chalon-sur-Saône, devant Héricourt, à Rougemont, Besançon, Ornans, Pontarlier et en Suisse, où l'ambulance entrait par les Verrières, avec l'armée de l'Est, dont elle partagea les fatigues et les souffrances.

Durant ces longues périgrinations, l'ambulance résista admirablement à toutes les causes de débilitation et d'infection auxquelles elle ne cessa d'être exposée. Quand son personnel fut licencié à Lyon, il n'y manquait que trois malades, dont deux varioleux : un conducteur de voiture et un infirmier, *les seuls membres de l'ambulance qui n'eussent pas subi la revaccination de précaution;* ce dernier s'était trouvé retenu, par son service, très loin du lieu où le personnel avait été convoqué par l'opérateur; l'autre s'était dérobé volontairement à l'opération, contre laquelle il nourrissait des préventions de paysan mal éclairé. Le troisième malade était le docteur Léon Tripier, souffrant des suites d'une très dangereuse piqûre anatomique qu'il s'était faite au cours d'une opération pratiquée sur l'un des blessés de Beaune-la-Rolande. Le souvenir méritait d'en être rappelé ici. Cette très redoutable infection ne fut pas, en effet, sans influence sur la direction donnée plus tard par Léon Tripier à ses études de thérapeutique opératoire, qui en firent l'un des champions les plus résolus de l'asepsie chirurgicale et valut à son service de clinique de l'Hôtel-Dieu d'être le théâtre des premières applications qui furent faites en France de cette précieuse méthode.

Pas un cas d'infection tuberculeuse ne s'ajouta à ces infections de tout autre nature, ni chez les adolescents, ni chez les adultes sans robustesse, même d'apparence débile, pas plus que dans l'abondant ensemble des sujets solides et vigoureux de l'ambulance ! Et cet état sanitaire privilégié, au point de vue de la tuberculose, se continua au cours des années qui suivirent !

Aujourd'hui, beaucoup de ces membres de la *Première ambulance lyonnaise* ont disparu. Aucun n'a été emporté par cette maladie. Peut-elle encore apparaître chez ceux qui restent? Ce serait maintenant sans aucune signification. Mais une telle éventualité n'est pas même à prévoir, étant donné l'état actuel de ces survivants, qui sont, pour la plupart, en pleine

activité productive. Ils l'exercent dans les milieux les plus variés : monde médical, corps universitaire, foyer d'études religieuses, Institut, Chambre des députés, armée, haute finance, grand commerce et grande industrie. De simples manœuvres se rencontrent aussi dans cet intéressant reliquat. L'égalité, dans le profit que toutes les classes de la Société ont à retirer d'une ferme application des mesures hygiéniques inspirées par la Science, ne pouvait se manifester avec plus d'éclat.

Le facteur essentiel de ce succès n'est autre que le triage initial des membres de l'ambulance. Ce triage a parfaitement atteint son but, qui était de les soustraire aux chances de contamination tuberculeuse par les contaminateurs autochtones. Mais les résultats obtenus ont même dépassé ce but, puisque le personnel de l'ambulance a échappé à toute attaque des contaminateurs extérieurs. Il s'en est trouvé quelques-uns parmi les malades recueillis, soignés et évacués par ce personnel. Et combien souvent n'a-t-il pas été exposé à rencontrer les germes erratiques semés, par ces contaminateurs extérieurs, dans les logis rarement bons, le plus souvent mauvais ou pires, où il trouvait place, au cours des pérégrinations de l'ambulance!

Ce dépassement comporte deux enseignements très nets, qu'il importe d'exposer ici sans la moindre réticence :

Le premier, c'est la confirmation et surtout la précision du caractère ultra-aléatoire des contaminations tuberculeuses indirectes, celles qui sont produites en dehors du contact immédiat avec les malades, par les germes qu'ils ont laissés dans les lieux où ils ont plus ou moins longtemps séjourné. Mais il ne faudrait pas croire que ce caractère ultra-aléatoire appartienne en propre aux contaminations indirectes. On sait qu'il se retrouve, moins accentué il est vrai, dans celles que réalise la promiscuité plus ou moins continue des sujets indemnes et des sujets malades. Cette promiscuité ne supprime pas les aléas de la contagion, parce qu'elle laisse subsister tous ceux qui portent sur l'activité des germes agents de la contagion, même sur le fait de leur rencontre avec les organismes sains, après leur sortie des organismes infectés. Jamais, en dehors du cas de l'infection expérimentale voulue et méthodiquement exécutée, la contagion tuberculeuse ne saurait prendre le caractère d'un fait nécessaire, d'une conséquence inévitable de la rencontre spontanée des germes avec les organismes propres à leur culture.

Si la médecine expérimentale, par la réussite constante de l'infection tuberculeuse voulue, a démontré que les forts sont aussi bien doués que les faibles

de l'aptitude à contracter la tuberculose, la médecine clinique, avec l'exemple de l'ambulance militaire citée, complète cette importante notion par cette autre, tout aussi instructive, que les faibles peuvent aussi bien que les forts échapper aux chances de contagion créées par les semeurs de germes. Il ne reste, comme attribut spécial, aux débilités que leur triste avantage d'être beaucoup plus sensibles que les forts à l'action destructive des germes que la contagion a implantés dans leur organisme. C'est là le deuxième enseignement qui découle de l'observation des effets de la misère physiologique, dans les armées en campagne, sur le développement de la tuberculose.

ZOOLOGIE. — *Sur la faune carcinologique de l'île Maurice.* Note (¹) de M. **E.-L. Bouvier.**

Le Muséum vient de s'enrichir d'une importante collection de Crustacés décapodes et stomatopodes mauritiens que M. Paul Carié, un grand industriel de l'île Maurice, nous a généreusement offerte. Cette collection a été recueillie par M. Carié lui-même ou, sous ses auspices, par M. d'Emmerez de Charmoy et par M. Thirioux, au cours des quatre dernières années. Bien qu'elle soit loin de comprendre toutes les formes qui, certainement, habitent les eaux de l'île, elle est plutôt riche et d'ailleurs renferme un certain nombre de types intéressants sur lesquels je crois utile d'attirer l'attention.

Stomatopodes. — Dans le groupe des Stomatopodes je signalerai d'abord une espèce rarissime des plus curieuses, le *Gonodactylus* (*Protosquilla*) *Guerini* White dont on ne connaissait jusqu'ici que deux spécimens, le type de White et un individu capturé par le *Challenger*, le premier recueilli aux îles Fidji, le second à Honolulu. Cette espèce paraît propre aux eaux littorales ou sublittorales des mers chaudes indo-pacifiques; elle est remarquable à cause des épines multiples et gracieusement disposées qui ornent le telson et le dernier segment de l'abdomen.

Un autre Stomatopode mérite de nous arrêter en raison des analogies trompeuses qui ont presque certainement conduit bien des zoologistes à le confondre avec la *Squilla fasciata* de Haan. Il a la taille, le facies et la coloration de cette dernière, il présente les mêmes carènes abdominales,

(¹) Communication faite dans la séance du 16 novembre 1914.

les mêmes pointes antérieures sur la carapace et, à part quelques menues différences, les mêmes saillies ornementales sur le telson. Et pourtant, les deux espèces sont fort distinctes : la nôtre a le rostre bien plus long, l'écaille antennaire plus grande et ses doigts ravisseurs ne présentent que 2 ou 3 épines au lieu de 5; bien plus, elle est dépourvue de palpe mandibulaire, tandis que le même palpe est bien développé dans la *S. fasciata* où il se compose de trois articles. Ce dernier caractère est important, mais il ne saurait mettre un voile sur les affinités, profondes à coup sûr, qui existent entre les deux espèces. Le palpe mandibulaire fait assez souvent défaut chez les Stomatopodes, mais l'exemple ci-dessus montre qu'il serait imprudent de tabler sur sa présence ou son absence dans la recherche des affinités spécifiques; c'est un organe qui, par sa chute, semble merveilleusement se prêter aux mutations et il sera curieux, à ce point de vue, d'étudier surtout les Gonodactyles, qui sont des Stomatopodes où le palpe est très souvent absent.

A cause de ses caractères trompeurs, j'ai attribué à l'espèce précédente le nom de *Squilla fallax*.

Décapodes. — *Macroures nageurs.* — Une partie des Macroures nageurs, les Palémonides, doit être soumise à M. Sollaud; une seconde, les Alphéidés, à M. le professeur Coutière. Je me bornerai ici à quelques observations sur les Crevettes d'eau douce de la famille des Atyidés. Grâce aux récoltes de M. Carié et de M. de Charmoy, le Muséum possède actuellement une ample collection d'Atyidés mauritiens, qui vient s'ajouter à celle recueillie là-bas par un aimable correspondant, M. le Dr Barbeau. Je crois bien qu'on connaît aujourd'hui tous les Atyidés de l'île et leur nombre se limite à sept formes : *Caridina typa* Edw., *Caridina spathulirostris* Richters, *Caridina Richtersi* Thallwitz, *Ortmannia Edwardsi* Bouvier, *Caridina Mauritii* Bouvier, *Ortmannia Alluaudi* Bouvier et sa mutation atyienne *serrata* Sp. Bate.

Ces espèces sont peu nombreuses, mais certaines d'entre elles présentent un vif intérêt à cause de leurs variations. Je ne dirai rien de l'*Ortmannia Alluaudi* qui produit par mutation évolutive l'*Atya serrata*; mais il convient d'insister sur la *Caridina Richtersi* et sur la forme ortmannienne *Edwardsi*. La *Caridina Richtersi* est une espèce extraordinairement variable et certaines de ses formes me paraissent ne différer en rien de l'*Ortmannia Edwardsi*, si ce n'est par la structure des chélipèdes qui sont caridiniens dans la première forme et ortmanniens dans la seconde; d'où j'ai cru

pouvoir conclure que la *Caridina Richtersi* donne par mutation évolutive l'*Ortmannia Edwardsi*.

On serait en présence d'un phénomène analogue à celui qui nous est offert par l'*Ortmannia Alluaudi;* mais tandis que dans cette dernière espèce la mutation bat son plein, elle serait commençante dans la *Caridina Richtersi*, les pêches de M. Barbeau, comme celles de M. Carié et de M. de Charmoy m'ayant fait voir qu'on trouve seulement en moyenne 1 individu d'*Ortmannia Edwardsi* pour 50 de *Caridina Richtersi*. Telle est l'hypothèse qu'il faudra soumettre à la vérification expérimentale comme on l'a fait pour l'*Ortmannia Alluaudi;* cette expérience sera plus délicate parce que la mutation est commençante; néanmoins M. Carié a réuni l'outillage nécessaire pour la tenter avec le concours de M. de Charmoy. J'ajoute que ce dernier, à la suite des récoltes qu'il a faites dans l'île, tient l'*Ortmannia Edwardsi* pour une espèce autonome, indépendante de la *Caridina Richtersi* et c'est bien possible, car l'hypothèse fut établie tout d'abord d'après un petit nombre de spécimens. Il faudra voir : grâce à M. Carié, le Muséum possède actuellement 30 à 40 *Ortmannia Edwardsi* et environ 2000 *Caridina Richtersi* parmi lesquelles on les trouva. L'étude minutieuse d'un matériel aussi riche me permettra sans doute de jeter quelque lumière sur cette intéressante question.

Macroures marcheurs. — Les Macroures marcheurs de la tribu des Homarides sont représentés dans la collection par deux exemplaires d'une espèce marine des plus rares, l'*Enoplometopus occidentalis* Randall. Ces exemplaires m'ont permis de donner pleine valeur aux opinions que Miers avait émises sur les *Enoplometopus* à la suite d'un coup d'œil jeté, sans dissection, sur l'unique spécimen du Musée britannique : il est bien vrai que les *Enoplometopus* se rapprochent des Homards et des Néphrops par la division de leurs podobranchies en lame épipodiale et en plume branchiale; il est vrai également que la plume branchiale existe seule, sans lame épipodiale, sur les maxillipèdes intermédiaires dans les *Enoplometopus*, ce qui distingue ces derniers des *Homarus* où la branchie persiste avec sa lame, et des *Nephrops* où cette dernière reste seule. J'ajoute qu'à ce point de vue les *Nephropsis* ressemblent tout à fait aux Néphrops.

L'*Enoplometopus occidentalis* est une espèce indo-pacifique connue aux Sandwich, à Amboine et, grâce aux récoltes de M. Carié, à Maurice. M. Ortmann et Mlle Rathbun tiennent pour spécifiquement identique l'*E. pictus* A. Milne-Edwards, représenté jusqu'ici par un type unique

trouvé à la Réunion. Or, cette identification ne me paraît point exacte. Comparés au type de Milne-Edwards, qui se trouve dans les collections du Muséum, les exemplaires d'*E. occidentalis* présentent avec celui-ci des différences nombreuses et frappantes : réduction extrême des tubercules des pinces, doigt de ces dernières armé seulement de 2 ou 3 épines distales, largeur plus faible de la main, armature épineuse des pattes ambulatoires plus complète, carène terminée en épine en arrière du sillon cervical. On ne saurait s'étonner de voir deux espèces différentes dans des régions aussi voisines que la Réunion et Maurice; M. de Man n'a-t-il pas signalé à Amboine deux espèces très distinctes, l'*E. occidentalis* et *E. longirostris* de Man?

De toutes les captures faites par M. Thirioux, l'une des plus heureuses est peut-être celle du petit Palinuride désigné sous le nom de *Palinurellus Wienecki* de Man. Cette Langouste, en effet, paraît être d'une rareté extrême, car on n'en connaît que trois exemplaires : le type trouvé à Sumatra, un exemplaire de Maurice signalé par M. Calman, et le spécimen capturé par M. Thirioux. Le genre comprend une seconde espèce, *P. Gundlachi* v. Martens, qui paraît propre aux Antilles. Les *Palinurellus* sont les plus primitifs de tous les Palinurides; ils se rapprochent des Homards et des Écrevisses par leur carapace presque unie et armée d'un grand rostre triangulaire, par leurs courtes antennules dont les deux fouets sont brefs et très dissemblables, enfin, comme l'a observé M. Boas, par la présence d'une paire de fausses pattes sur le premier segment abdominal. Ce dernier caractère les distingue de toutes les autres Langoustes.

Dans la famille des Scyllarides, je dois faire mention d'une forme non moins rare, le *Pseudibacus Pfefferi* Miers qui me permet de généraliser les observations que j'ai faites l'année dernière sur le stade natant (suite au stade phyllosome) chez les *Scyllarides* ou grands Scyllares. Au cours du travail auquel je fais allusion, j'avais montré que le *Pseudibacus Veranyi* Guérin, trouvé à Nice, n'est rien autre chose que le stade natant ou postlarvaire du grand Scyllare de la Méditerranée, *Scyllarides latus* Latr. Un examen facile m'a fait voir que le *P. Pfefferi* présente des caractères analogues et qu'il faut le considérer comme la forme natante d'un Scyllaride indo-pacifique, sûrement même du *Scyllarides squammosus* Edw., car cette dernière espèce est nettement caractérisée par des carènes carpiennes qui se présentent déjà sous la forme de nettes ébauches dans le *Pseudibacus Pfefferi*. Ainsi, les *Pseudibacus*, chez les Scyllarides, correspondent exactement aux *puerulus* des Langoustes, et dès lors le terme de *pseudibacus*

perd toute signification générique : c'est tout simplement le nom d'un stade post-larvaire. Un autre *Scyllarides*, le gigantesque *Sc. Haani* de Haan, se trouve également dans la collection.

Le genre *Scyllarus* est représenté par une espèce nouvelle un peu plus petite que notre cigale de mer (*S. arctus*) et que j'appellerai *Scyllarus Thirionxi*. Ce Crustacé noirâtre est remarquable par son bouclier thoracique squammeux et dépourvu de carènes un peu nettes, par la présence d'un seul tubercule gastrique et par ses dessins abdominaux qui ne sont point arborescents, mais déterminés par des lignes obliques parallèles; une sorte d'U à branches en contact sépare les dessins de chaque côté et remplace la carène médiane. Cette espèce présente quelques affinités avec le *Sc. Martensi* Pfeffer et avec le *Sc. bicuspidatus* de Man.; son avant-dernier article antennaire présente une dent en dehors et cinq en dedans.

Parmi les Thalassinidés, ou Macroures fouisseurs, je note la présence du *Scytoleptus serripes* Gerst., Crustacé bizarre dont j'ai pu faire connaître la formule branchiale, qui est très réduite.

Anomoures. — Dans le groupe des Anomoures, je signalerai un Paguride, le *Pagurus scutellatus* Edw., dont le type seul était connu, et une Galathée nouvelle, *Galathea mauritiana*, qui est dépourvue d'épipodites et de soies antennulaires, qui porte un puissant rostre armé de quatre paires de dents fort aiguës, et une petite spinule sur le bord antérieur des pédoncules oculaires. Au contraire de ce qu'on observe chez nous, les Galathées sont rares dans les mers chaudes, et celles qu'on y a décrites devront être étudiées de nouveau, car on a passé sous silence tous leurs caractères essentiels. Il est donc bien difficile d'établir les affinités de notre espèce : je la crois toutefois voisine d'une autre espèce indo-pacifique, la *G. spinosorostris* Dana, qui présente d'ailleurs deux épines, au lieu d'une seule, sur le bord interne du méropodite des maxillipèdes postérieurs.

Brachyures. — Les Crabes oxystomes sont largement représentés dans la collection qui m'a été soumise. Parmi leurs formes les plus intéressantes je signalerai une espèce mimétique des roches coralligènes, l'*Actæomorpha erosa* Miers, dont on ne connaissait que le type trouvé à Port-Curtis, en Australie.

Un autre Leucosiidé a également retenu mon attention : c'est une petite *Leucosia* dont le sinus latéral, largement ouvert en avant et dépourvu des granules normaux, se prolonge en arrière non loin du bord postérieur et

rejoint celui du côté opposé. Ainsi se produit une large gouttière qui forme une demi-ceinture à la carapace et dont la face antérieure se termine par un bord élevé et très net; sur ce bord s'élèvent de chaque côté deux dents aiguës, de sorte que j'ai donné à cette espèce le nom de *Leucosia tetraodon*. Le méropodite des chélipèdes est partout couvert de granules perliformes qui, sur la face supérieure, sont distribuées longitudinalement en séries régulières.

Parmi les Oxyrhynques, j'ai trouvé deux types nouveaux, une jolie petite espèce mimétique des récifs et un Crabe bizarre de la tribu des Sténocionopinés. — Le premier est un *Parthenopoides* dont la carapace est assez régulièrement octogonale et dont le test est orné d'étroits bourrelets saillants et flexueux qui délimitent des alvéoles irréguliers. Les bourrelets sont arrondis en dessus et portent des granules hémisphériques perliformes, pour la plupart hérissés de menues épines. Sur les bords de la carapace et en certains points des chélipèdes, les bourrelets s'élèvent en tubercules triangulaires, et ces tubercules deviennent des épines sur les articles terminaux des pattes ambulatoires. Cette jolie espèce rappelle le *Thyrolambrus erosus* M. Rathbun par l'ornementation du test et la *Parthenope investigatoris* Alcock par sa forme générale; je propose de lui donner le nom de *Parthenopoides Cariei* en l'honneur du mécène qui l'a offerte au Muséum. — Quant à l'autre Oxyrhynque, je le range dans le genre *Stilbognathus* parce que la face libre de ses pattes mâchoires externes est vernissée comme de la porcelaine, et parce que l'ischiopodite de ces appendices fait une avance arrondie et tranchante sur le méropodite; mais cet animal tient des *Tyche* par la présence d'un lobe post-orbitaire assez grand et, jusqu'à un certain point, par la forme de l'expansion qui se développe sur toute la partie postérieure de sa carapace. Je l'ai appelé pour cette raison *Stilbognathus tycheformis*; mais, en fait, il offre un caractère qui manque totalement à tous les autres Sténocionopinés : ses maxillipèdes externes ne sont contigus qu'à la base tranchante des ischiopodites; en avant, où le bord est denté, ils divergent et forment entre eux un angle d'environ 45°. Comment expliquer cette structure bizarre? est-ce que les deux bords tranchants qui s'affrontent ne peuvent pas glisser l'un sur l'autre à la manière de cisailles, ce qui permettrait aux bords denticulés de se mettre en contact? et l'avance tranchante de l'ischiopodite ne jouerait-elle pas le même rôle de cisaille lorsque le méropodite exécute des mouvements latéraux? Il faudra vérifier sur le vivant.

Dans le vaste groupe des Cyclométopes, les espèces sont nombreuses, mais

la plus intéressante est un petit Crabe dont la carapace est lobulée en avant et le test presque partout recouvert de granules perliformes que séparent des poils très courts. Par la disposition de ses antennes et de ses orbites, par les doigts des pinces qui sont très courts et armés d'une grosse dent, par sa forme et ses ornements il se rapproche surtout des *Actumnus*. En réalité, sa carapace est un peu plus large que dans ce dernier genre, mais je crois que c'est un *Actumnus* anormalement large; et comme ses bords latéro-antérieurs forment une carène, je l'appellerai *Actumnus carinatus*. Ce Crabe est voisin de l'*A. globulus* Heller, mais un peu plus large et avec trois fissures au lieu d'une seule, sur les carènes antéro-latérales.

On sait très bien que la faune marine d'une île, telle que Maurice, ne saurait avoir de caractères propres et qu'elle doit offrir les traits essentiels de la grande région océanique dont l'île fait partie; la faune de Maurice est une faune indienne, voire, dans son ensemble, une faune indo-pacifique. Mais l'exploration minutieuse d'une faune maritime insulaire révèle presque toujours un certain nombre de types qui se rencontrent loin de là, en des lieux où les conditions vitales sont analogues, de sorte qu'elle a pour résultat final d'étendre nos connaissances sur la grande faune régionale elle-même. C'est ainsi que M. Carié a pu recueillir dans les parages de Maurice plusieurs formes récemment découvertes ailleurs : le *Scyllarus Nobilii* de Man trouvé par M. Jousseaume dans la mer Rouge, la fine et menue *Domecia glabra* Alcock, la *Melia caestifer* Alcock et le *Carpilodes cariosus* Alcock recueillis par l'*Investigator* dans les Indes anglaises, enfin un superbe Crabe voisin des Maïas, la *Naxioides spinigera* décrite par M. Borradaile d'après une capture faite aux Maldives. Il est possible toutefois que des espèces dont les habitudes sont très spéciales trouvent sur le littoral d'une île des conditions particulières qui les portent à se modifier; c'est ce que l'on observe à Maurice pour un Thalassinidé qui se creuse des galeries dans le sable des récifs coralligènes, l'*Axius acanthus* A. Milne-Edwards. Cette espèce fut trouvée en Nouvelle-Calédonie, où on la capture en lui faisant saisir une paille; elle se retrouve à Maurice, mais sous la forme d'une variété (*mauritiana*) remarquable par la réduction du nombre et de la longueur de ses épines. Les différences de milieu ont sans doute produit cette variation.

En somme, il faut être reconnaissant à M. Carié des contributions intéressantes qu'il a permis de réunir sur la faune de l'île Maurice et, par là même, sur la faune indo-pacifique. Il convient aussi de l'engager à poursuivre ses recherches, car le milieu semble des plus riches et il s'en faut qu'on l'ait épuisé.

ARITHMÉTIQUE. — *Sur une propriété des progressions arithmétiques.* Note [1] de M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE.

1. M. Barisien a signalé dans l'*Intermédiaire des Mathématiciens* (t. XXI, p. 123) cette circonstance intéressante que, si l'on dispose les termes de la progression arithmétique ayant pour premier terme 1 et pour raison 4 sur des lignes qui en comprennent successivement 1, 3, 5, 7, ..., les sommes des diverses tranches sont les cubes des nombres impairs. J'ai eu la curiosité de chercher les conditions les plus générales capables de conférer à une progression une propriété analogue.

Envisageons une telle suite, de premier terme a et de raison r. Le profil de l'*escalier* [2] que dessine le dispositif précédent débute par un *palier* de p nombres, suivi de *marches* comprenant chacune q termes. La longueur de la $n^{ième}$ *tranche* réunit en projection celles du palier et de $n-1$ marches

$$p+(n-1)q=qn+(p-q). \tag{1}$$

Calculons le nombre de termes de cet ensemble, en procédant par colonnes verticales. La première présente n fois p, et les suivantes $n-1$, $n-2$, ..., 3, 2, 1 fois q

$$np+\frac{n(n-1)}{2}q=\frac{qn^2+(2p-q)n}{2}. \tag{2}$$

Pour évaluer le dernier de ces termes, il nous faut ajouter au premier a un multiple de r marqué par le nombre (2) diminué d'une unité

$$a+r\frac{qn^2+(2p-q)n-2}{2}.$$

Si nous changeons n en $n-1$, nous obtiendrons le dernier terme de la tranche précédente; et en lui ajoutant r, le premier de la $n^{ième}$

$$a+\frac{r}{2}[qn^2+(2p-3q)n-2(p-q)].$$

Formons la demi-somme de ces deux extrêmes

$$a+\frac{r}{2}[qn^2+2(p-q)n-(p-q+1)]. \tag{3}$$

---

(1) Reçue dans la séance du 16 novembre 1914.

(2) Voir le second exemple numérique du n° 7.

Le total S_n de la $n^{\text{ième}}$ tranche sera le produit du nombre (1) de ses termes par cette demi-somme (3).

2. Il nous est aisé de lui imposer la condition voulue. Pour que ce produit des fonctions (1) et (3) devienne, quel que soit n, un cube parfait (sauf un coefficient provisoire C), ce ne saurait être que le cube de l'expression linéaire (1) par laquelle il est divisible. Et il faudra que son second facteur (3) en reproduise de son côté le carré

$$q^2 n^2 + 2q(p-q)n + (p-q)^2.$$

Posons donc pour effectuer cette identification

$$\frac{qr}{2} = Cq^2,$$
$$(p-q)r = 2Cq(p-q),$$
$$a - \frac{(p-q+1)^2}{2} = C(p-q)^2.$$

De ces trois relations, la seconde reproduit la première : et comme l'une d'elles doit en outre nous fournir l'indéterminée C, il ne subsiste (au point de vue *algébrique*, car nous aurons à revenir sur le coefficient *numérique* C) qu'une seule obligation à remplir par les paramètres a, r, p, q.

Pour la dégager, nous tirons de la première égalité

$$C = \frac{r}{2q},$$

et la troisième devient par cette substitution

$$2a - (p-q+1)r = \frac{r}{q}(p-q)^2,$$

$$2aq = r(p^2 - pq + q). \tag{4}$$

3. La somme S_n prenant d'après cela la forme suivante

$$S_n = \frac{r}{2q}[qn + (p-q)]^3,$$

pour qu'elle reste numériquement le cube parfait d'un nombre entier, il faut que le coefficient $\frac{r}{2q}$ soit un tel cube H^3

$$(5)\qquad \left\{\begin{array}{ll} \dfrac{r}{2q} = H^3, & r = 2qH^3; \\ a = H^3(p^2 - pq + q); & S_n = H^3[qn + (p-q)]^3. \end{array}\right.$$

Mais ici se place une observation essentielle.

Il est clair que, si l'on conçoit l'une quelconque des progressions cherchées, on en peut déduire une infinité d'autres, qui satisferont tout aussi bien qu'elle, en multipliant par un cube quelconque tous ses termes, ou simplement le premier et la raison. Nous pouvons, d'après cela, dans l'ensemble des suites cherchées, isoler en un groupe spécial les solutions *essentielles*, dans lesquelles a et r n'ont aucun facteur commun *cubique;* chacune d'elles devenant la souche d'une famille de solutions *accessoires*, quand on multipliera son premier terme et sa raison par toute la série des cubes successifs.

Il suffit donc de restreindre notre recherche à ces solutions essentielles, en dégageant a et r de tout facteur cubique commun. Or, nous rencontrons précisément ce caractère dans les égalités (5). Il nous est permis, par conséquent, sans rien faire perdre à notre analyse de sa généralité, d'y faire $H = 1$.

Il nous vient alors (5)

$$r = 2q. \tag{6}$$

De là une seconde condition à joindre à la première (4), qui se réduit ainsi de son côté

$$a = p^2 - pq + q, \qquad S_n = [qn + (p - q)]^3. \tag{7}$$

4. Possédant deux relations entre les quatre paramètres a, r, p, q, nous pourrons en déterminer deux quand on nous fournira les deux autres. Deux questions se posent d'après cela. Dans le problème *direct*, le dispositif (p, q) de l'escalier étant défini *a priori*, il s'agit de lui adapter une progression (a, r). La question *inverse* consiste à déterminer, pour une progression donnée, un type d'escalier réalisant la condition voulue.

Le problème direct est immédiatement résolu par les formules (6) et (7). Il existe donc toujours, pour un escalier quelconque, une progression et une seule. Les valeurs de a [1] et r seront entières, puisque p et q ne sauraient manquer de l'être. Nous n'avons pas, d'ailleurs, à exiger pour a une valeur positive. Une progression arithmétique s'étend d'un infini à l'autre, et rien ne nous empêche de choisir a dans sa partie négative.

---

[1] La variation de a en fonction de p et q peut être figurée par l'ordonnée du paraboloïde hyperbolique (7), qui a pour axe la verticale du sommet $p = 1$, $q = 2$, $a = 1$; ses plans directeurs $p = 0$, $p = q$ comprenant un angle de 45°.

L'exemple le plus simple est $p = 1$, $q = 1$. Il donne $a = 1$, $r = 2$, avec $S_n = n^3$. La progression est celle des nombres impairs, et la suite des sommes celle des cubes naturels.

Le cas le plus simple après celui-ci serait $p = 1$, $q = 2$; d'où $a = 1$, $r = 4$, et $S_n = (2n - 1)^3$. C'est précisément celui qui a été observé par M. Barisien.

5. Le caractère $p = 1$, commun à ces deux exemples, détermine un type général, celui de l'escalier *triangulaire* (et non plus *trapézoïdal* comme avec un palier quelconque). Son premier terme est nécessairement l'unité (7)

$$a = 1, \qquad S_n = [qn - (q - 1)]^3.$$

Un second type mérite également d'être remarqué, lorsque le palier est égal à la marche

$$p = q = a = \frac{r}{2}, \qquad S_n = a^3 n^3.$$

6. Passons au problème inverse, dans lequel a et r deviennent les données, p et q les inconnues. L'équation (6) nous fournit la valeur de la marche

$$q = \frac{r}{2},$$

ce qui exige que la raison soit un nombre pair.

Nous avons en second lieu (7), pour déterminer le palier

$$(8) \qquad \begin{cases} p^2 - \dfrac{r}{2}p + \left(\dfrac{r}{2} - a\right) = 0, \\ p = \dfrac{r}{4} \pm \sqrt{\dfrac{r^2}{16} - \dfrac{r}{2} + a} = \dfrac{r}{4} \pm \sqrt{\left(\dfrac{r}{4} - 1\right)^2 + a - 1}. \end{cases}$$

A une progression donnée correspondent donc deux escaliers, pourvu toutefois que les racines soient réelles, ou que

$$a > 1 - \left(\frac{r}{4} - 1\right)^2,$$

condition remplie dès la valeur $a = 1$, pour laquelle elles sont en outre *rationnelles algébriquement*, quelle que soit r,

$$p = 1, \qquad p = \frac{r}{2} - 1.$$

Lorsque a est supérieur à l'unité, les racines doivent rester *rationnelles numériquement*, d'après un choix approprié de la raison. Nous poserons pour cela, en désignant par M un entier quelconque,

$$\left(\frac{r}{4}-1\right)^2+a-1=M^2, \qquad a=M^2-\frac{r}{2}\left(\frac{r}{8}-1\right).$$

Si r était simplement paire, comme il vient d'être dit, cette expression deviendrait fractionnaire. Pour qu'elle reste entière, nous prendrons r pairement paire

$$r=4N, \qquad a=M^2-N(N-2), \tag{9}$$

en représentant par N un second entier arbitraire ([1]).

Nous devrons donc, pour constituer les données du problème inverse, choisir la raison parmi les multiples de 4, et le premier terme sur une liste ([2]) formée en retranchant de tous les carrés l'entier fixe $\frac{r}{2}\left(\frac{r}{8}-1\right)$. On obtient alors pour les inconnues

$$q=2N, \qquad p=N\pm M; \qquad S_n=(2Nn-N\pm M)^3.$$

7. Pour mettre sous les yeux du lecteur un spécimen numérique, je prendrai $M=1$, $N=2$; d'où la progression $a=1$, $r=8$; l'escalier $q=4$, $p=1$ ou 3; et la somme $S_n=(4n-3)^3$ ou $(4n-1)^3$. Nous formons ainsi ce premier Tableau triangulaire

1;
9, 17, 25, 33, 41;
49, 57, 65, 73, 81, 89, 97, 105, 113;
121, 129, 137, 145, 153, 161, 169, 177, 185, 193, 201, 209, 217;
....

$$1=1^3, \qquad 125=5^3, \qquad 729=9^3, \qquad 2197=13^3, \qquad \ldots$$

([1]) On voit que les solutions du problème inverse forment une suite à double entrée. Elle devient à triple entrée, lorsqu'on multiplie a et r par H^3 (n° 3), pour adjoindre aux solutions essentielles les solutions accessoires. Mais une telle ampleur n'est qu'apparente et doit être abaissée d'un degré. En effet, un même escalier peut apparaître sous une infinité d'aspects différents, si l'on prend pour a le premier terme d'une tranche quelconque, et pour p sa longueur, en descendant à partir d'un *palier-terminus* dont la longueur soit égale ou inférieure à celle de la marche.

([2]) Pour $r=8$, cette liste n'est autre que celle des nombres carrés; pour le minimum de la raison $r=4$, celle des carrés augmentés tous d'une unité.

puis ce second dispositif trapézoïdal de la même progression

1, 9, 17;
25, 33, 41, 49, 57, 65, 73;
81, 89, 97, 105, 113, 121, 129, 137, 145, 153, 161;
169, 177, 185, 193, 201, 209, 217, 225, 233, 241, 249, 257, 265, 273, 281;
....

$$27 = 3^3, \quad 343 = 7^3, \quad 1331 = 11^3, \quad 3375 = 15^3, \quad \ldots$$

8. Nous venons de relier à une progression *génératrice* (a, r) une progression *dérivée* (α, ρ)

$$\alpha = -N \pm M = -\frac{r}{4} \pm \sqrt{\left(\frac{r}{4} - 1\right)^2 - 1 + a}, \qquad \rho = 2N = \frac{r}{2},$$

dont les termes fournissent par leurs cubes les sommes des tranches de la première. On peut se proposer de déterminer inversement une génératrice qui conduise à une dérivée proposée.

Nous tirerons pour cela de ces relations

$$r = 2\rho, \qquad a = 1 + \left(\alpha + \frac{\rho}{2}\right)^2 - \left(\frac{\rho}{2} - 1\right)^2 = \alpha^2 + \alpha\rho + \rho.$$

L'escalier sera déterminé de son côté par les éléments

$$q = \rho,$$

$$p = \frac{\rho}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\rho}{2} - 1\right)^2 - 1 + (\alpha^2 + \alpha\rho + \rho}$$

$$= \frac{\rho}{2} \pm \sqrt{\frac{\rho^2}{4} + \alpha^2 + \alpha\rho}$$

$$= \frac{\rho}{2} \pm \left(\frac{\rho}{2} + \alpha\right),$$

ou, en rejetant la valeur négative,

$$p = \rho + \alpha.$$

Supposons, par exemple, qu'on demande quelle progression et quel escalier permettront de réaliser la loi observée par M. Barisien $S'_n = (2n - 1)^3$; nous ferons pour cela $\rho = 2$, $\alpha = -1$, et nos formules donneront $a = 1$, $r = 4$; $p = 1$, $q = 2$: ce qui reproduit, en effet, le système signalé par cet éminent géomètre.

CORRESPONDANCE.

MM. H.-W. **Brölemann**, **Pinoy** adressent des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à leurs travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Une reproduction photographique, par MM. A. Hermann et fils, de l'Ouvrage de Denis Papin : *Nouvelle manière pour lever l'eau par la force du feu*, publié à Cassel en 1707.

ASTRONOMIE. — *Observation du passage de Mercure sur le Soleil, les 6-7 novembre, à l'Observatoire d'Alger.* Note [1] de M. **Gonnessiat**, présentée par M. Baillaud.

Le passage de Mercure sur le disque solaire a pu être suivi à l'Observatoire d'Alger dans d'excellentes conditions atmosphériques. L'observation des contacts a été faite :

1° Par M. Gonnessiat, à la lunette visuelle de l'équatorial photographique, distance focale $3^m,4$, ouverture réduite à $0^m,15$ et garnie d'un réseau en treillis, grossissement 100;
2° Par M. Renaux, à l'équatorial coudé, distance focale $7^m,4$, ouverture $0^m,20$ avec réseau, grossissement 100;
3° Par MM. Baldet et Villatte au sidérostat, distance focale $6^m,7$, ouverture $0^m,08$, par projection, l'image étant agrandie à $0^m,40$ à l'aide d'un planar Zeiss.

Voici, en temps moyen de Paris, les heures qui ont été notées et leur

(1) Présentée dans la séance du 16 novembre 1914.

comparaison aux heures prévues d'après les éléments donnés par la *Connaissance des Temps* :

Observateur.	I.	II.	III.	IV.
	h m s	h m s	h m s	h m s
G.	22.7. 7	22.8.58	2.15.59	2.17.54
R.	»	9. 5	·15.45	17.42
B.	»	9. 4	15.50	17.45
V.	»	9. 1	15.51	17.47
Moyenne...	22.7. 7 :	22.9. 2	2.15.51	2.17.47
O — C.....	+41	+23	—20	—37

Qualité des images : G, bords nets, brusquement agités par intervalles; R, bords agités; B, images bouillonnantes.

Le ligament noir a été à peine sensible au deuxième contact, en raison de la présence de quelques cirrus. Au troisième, le phénomène a été nettement remarqué au sidérostat; à l'équatorial photographique, il est apparu brusquement à $2^h15^m48^s$, 11^s avant l'instant admis pour le contact : il a suffi de renforcer le verre absorbant pour l'atténuer notablement.

M. Renaux a exécuté de nombreuses mesures de la plus courte distance de la planète au bord du Soleil. A l'équatorial photographique, MM. Gonnessiat et Sy ont pris 27 clichés, espacés de 10 en 10 minutes, sur lesquels a été imprimé le réseau servant aux mesures. Ces deux catégories d'observations seront discutées ultérieurement.

Le dernier cliché, à $2^h17^m47^s$, montre encore une légère échancrure. Ce qui prouve bien, comme on devait s'y attendre, que le dernier contact est généralement noté trop tôt, de même que le premier est évidemment constaté trop tard.

ASTRONOMIE. — *Sur le passage de Mercure devant le Soleil du 7 novembre* 1914. Note de M. **Henri Chrétien**, transmise par M. Bassot.

Le passage de Mercure devant le Soleil a été étudié photographiquement à l'Observatoire de Nice (Service d'Astrophysique).

La première moitié du phénomène fut cachée par les nuages. J'ai pu obtenir ensuite douze bonnes photographies entre midi et le moment du dernier contact.

Ces photographies furent prises au foyer de l'objectif principal du spectro-

héliographe, sur plaques très lentes (marque Lumière, étiquette rouge); l'objectif était diaphragmé à 45^{mm} de diamètre et l'exposition fut faite à l'aide d'un obturateur *focal-plane* à rideau.

Les images du Soleil mesurent 55^{mm} de diamètre; leur netteté permet de faire des pointés sur les bords photographiques du Soleil à moins de 10^{μ} près (0",3). Le disque de la planète est très bien défini et permet des pointés encore plus précis. L'heure à laquelle ont été prises ces différentes photographies est connue avec une précision de l'ordre de $0^s,1$.

J'ai essayé également d'obtenir un spectre, au moyen du spectrohéliographe lui-même, employé en spectrographe (c'est-à-dire dépourvu de la fente de chambre). Les résultats obtenus ne promettent rien d'intéressant : par suite de l'agitation atmosphérique qui était très forte, l'image de la planète faisait des sauts d'une amplitude de plusieurs fois son diamètre et il était impossible de la maintenir sur la fente au moment de la pose. Les recherches spectroscopiques exigent des conditions atmosphériques *parfaites;* c'est une conclusion que j'avais déjà tirée de l'observation du passage de 1907.

ASTRONOMIE. — *Observations photographiques d'une petite planète qui paraît nouvelle.* Note de M. **Comas Solá**, présentée par M. Bigourdan.

Une plaque photographique obtenue le 15 novembre courant, à l'Observatoire Fabra (Barcelone), a révélé une petite planète de grandeur 10,2 et qui paraît nouvelle. Elle se trouve dans la région de (87), de (168) et de 1912 NU, mais en est distincte, au moins si l'on en juge par l'éclat. De cette plaque et d'une autre prise trois jours après, le 18, j'ai déduit les coordonnées approximatives suivantes de cet astre :

1914.	Temps moyen de Barcelone.	1914,0. Asc. droite.	1914,0. Déclinaison.
Nov. 15...........	$12^h 30^m$	$4^h 29^m 50^s$	$+18°52',5$
» 18...........	$13^h 0^m$	$4^h 27^m 29^s$	$+18°55',1$

ASTRONOMIE. — *Positions photographiques de la comète f 1913 (Delavan) obtenues à l'Observatoire de Paris (équatorial photographique de* $0^m,33$). Note de M. C. Le Morvan, présentée par M. P. Puiseux.

Dates. 1914.	Temps moyen de Greenwich.	Æ 1914,0.	Log. $p\Delta$.	Ꝺ 1914,0.	Log. $p\Delta$.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Sept. 5....	15 33.55,0	8.50.12,40	$\bar{1}$,775 n	+49.31.35,8	0,649
6....	16. 0.24,0	8.57. 9,60	$\bar{1}$,776 n	49.39.49,1	0,601
Oct. 7....	6.35.32,0	12.38.31,37	$\bar{1}$,689	40.54. 9,4	0,786
8....	6.27. 1,0	12.44.29,83	$\bar{1}$,691	40.13.41,9	0,776
9....	6.26.48,0	12.50.22,31	$\bar{1}$,687	39.32. 0,6	0,776

Étoiles de repère.

Dates. 1914.	
Sept. 5......	A.G. Bonn : 6830, 6837, 6855, 6857
	A.G. Cambridge : 3245, 3250
6......	A.G. Bonn : 6895, 6898, 6919
	A.G. Cambridge : 3273, 3274, 3289
Oct. 7......	A.G. Bonn : 8613*, 8616, 8621, 8641, 8656, 8657
8......	A.G. Bonn : 8657, 8663, 8683, 8685, 8690, 8705
9......	A.G. Lund : 5571, 5575, 5578, 5586
	A.G. Bonn : 8721, 8730

Position d'une étoile supposée variable.

1914,0 Æ = $8^h.58^m.58^s,15$ Ꝺ = $+50°.14'.50'',9$ Gr. 8,3

Remarques. — Les poses ont été faites en suivant sur la comète. Celle-ci présente sur les clichés une image régulièrement ronde, mais diffuse, avec concentration assez marquée. Les images des étoiles sont allongées et n'ont été mesurées que dans une seule position du cliché. La durée de l'exposition a été de 5 minutes. Les plaques portent un réseau imprimé, comme pour l'exécution de la Carte internationale du Ciel. La réduction a été faite par la méthode de Turner, avec emploi de coordonnées rectangulaires, de six étoiles de comparaison et de six constantes indépendantes pour chaque cliché.

Les positions données ne sont pas corrigées de la parallaxe ni de l'aberration.

L'étoile dont la position est donnée en dernier lieu a été trouvée le 6 septembre de grandeur 8,3 par rapport aux étoiles photographiées en même temps et inscrites dans les catalogues de Bonn et de Cambridge. Son absence dans ces catalogues fait supposer que cette étoile est d'éclat variable.

L'étoile 8613*, marquée d'un astérisque et donnée comme étoile simple dans le catalogue, est double. On a admis que la position donnée dans le catalogue se rapportait à la composante la plus brillante.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur le pont de La Balme : Application du calcul des arcs pourvus de tympans* [1]. Note [2] de M. **Charles Rabut**, transmise par M. A. Blondel.

Le pont de La Balme, sur le Rhône, qui remplace, près d'Yenne, un ancien pont suspendu, comporte une voûte en béton armé dont l'ouverture, 96^m, dépasse celle des plus grandes voûtes construites en France (Montanges, 80^m; Saint-Claude, 64^m) et n'est surpassée que par celles des ponts de Rome et de Grafton (Nouvelle-Zélande) qui sont toutes deux de 100^m. En outre, la montée de la voûte de La Balme n'est que de 9^m (Rome, 10^m; Grafton, 50^m), de sorte que le rayon de courbure à la clé, qui peut servir de mesure à la hardiesse de ce genre de construction, atteint, à La Balme comme à Rome, 128^m, dépassant de beaucoup les rayons de toutes les autres voûtes existant dans le monde entier (Liége et Plauen, 105^m; Saint-Claude, 103^m; Luxembourg, 53^m).

Un premier projet du pont de La Balme, dressé par M. Hennebique, avait été l'objet, de la part de feu M. Considère, de critiques qui en avaient entraîné le rejet. Ces critiques, qui s'appliquent aussi bien au pont de Rome, visaient l'omission complète des efforts dus à la flexion et l'évaluation insuffisante des effets du retrait du ciment et de ceux des variations de température. Dans ces conditions, de l'avis de M. Considère, l'ouvrage projeté, bien que pouvant tenir debout, n'aurait pas possédé la marge de sécurité exigée par les instructions ministérielles.

Devant ce désaccord entre deux constructeurs éminents, l'Administration voulut bien me charger d'examiner ce projet et de le revoir au besoin. J'ai donc refait les calculs de résistance en tenant compte des éléments de fatigue négligés et en substituant à la valeur 15, admise pour le coefficient d'équivalence entre l'acier et le béton, la valeur 10 que j'ai constamment trouvée par l'auscultation des grands ouvrages en béton armé (ponts de Chippis et de Pyrimont, corniches des Batignolles, etc.). Le résultat de ces calculs fut que la résistance nécessaire ne pouvait s'obtenir par majoration des épaisseurs de béton ou des pourcentages de métal, mais peut-être par la mise en jeu de la solidarité entre la voûte et le platelage sous chaussée par l'intermédiaire des tympans.

---

[1] Voir les *Comptes rendus* du 9 novembre 1914.

[2] Reçue dans la séance du 3 novembre 1914.

Je modifiai en conséquence le projet en respectant la continuité prévue de la voûte à la clé et aux naissances, mais en renforçant les tympans, en ôtant du métal de la voûte pour le mettre dans le platelage, enfin en coupant celui-ci au droit des culées afin de ne pas le soumettre, sans aucun avantage en compensation, à des efforts exagérés par suite du retrait et des variations de température. J'obtins ainsi un type de poutre ignoré des auteurs autant que celui d'Eauplet, dont il diffère par l'absence de toute articulation sur l'arc proprement dit. La théorie de ce système pourrait s'établir exactement sans trop de difficulté, mais elle serait plus compliquée que celle de l'arc encastré, qui l'est déjà beaucoup. Il importait donc de la simplifier par l'introduction de quelque hypothèse auxiliaire dont l'approximation fût pratiquement suffisante. Celle que j'ai admise porte sur la loi de décroissance, depuis le milieu de la portée jusqu'à ses extrémités, de la part de la poussée qui s'exerce dans le platelage.

A la clé, où la voûte et le platelage se tiennent, ils se partagent la poussée en raison directe de leurs sections résistantes $\omega_b + m\omega_a$; à l'appui sur culée, la poussée sur le platelage est nulle. *Dans les sections intermédiaires, j'ai admis que cette part de poussée est proportionnelle à la distance de la section considérée à la culée.* On pourrait admettre, si besoin était, une loi de décroissance moins simple, comportant, si l'on veut, un paramètre à déterminer par l'expérience; pour le pont de La Balme, c'était inutile.

Une fois admise la règle de correction conventionnelle énoncée ci-dessus, c'est-à-dire la décroissance linéaire de la poussée dans le platelage, il est facile de déterminer l'axe neutre d'une ferme. C'est le lieu des points dont les distances aux axes neutres de la voûte et du platelage sont en raison inverse de sections résistantes respectives $\omega_b + m\omega_a$ de ces deux éléments, celle de la voûte étant prise telle quelle, et celle du platelage multipliée par son coefficient de réduction conventionnel. Cet axe neutre est au-dessus de celui de l'arc, qu'il rejoint aux naissances; on le traite comme celui d'un arc encastré pour déterminer les réactions des culées, puis les valeurs de la poussée, du moment de flexion et de l'effort tranchant dans une section courante, d'où se déduiront les fatigues des deux matériaux dans les membrures inférieure et supérieure de la ferme (voûte et platelage). Chaque montant de tympan est calculé pour résister, non seulement à sa part des charges verticales, mais aussi à la part de la poussée horizontale qu'il reçoit du platelage pour la transmettre à la voûte.

Quant au platelage, il subit, outre sa part de poussée, une flexion

propre, sous sa charge directe, entre deux entretoises consécutives; sa fatigue résultante, correctement calculée, est supérieure à la somme des fatigues dues à ces deux sollicitations. Jusqu'à ce jour, les constructeurs ont négligé ce cumul, non seulement dans le calcul des arcs, mais même dans celui des poutres droites, aussi bien métalliques qu'en béton armé. De ce chef, les coefficients de sécurité des ouvrages construits avant le pont de La Balme sont, en ce qui concerne le tablier, inférieurs à ceux qu'on leur suppose.

Les fatigues ainsi calculées pour le béton et l'acier se maintiennent partout dans les limites définies par les instructions ministérielles. Elles ont été contrôlées expérimentalement au moyen d'un modèle en verre par la méthode interférentielle de M. Mesnager, et les écarts n'ont dépassé nulle part 15 pour 100. C'est une approximation sans précédent en matière de calculs de résistance, où les marges de sécurité jugées nécessaires sont d'un ordre de grandeur beaucoup plus élevé.

Le pont de La Balme a subi avec succès, il y a 10 mois, les épreuves réglementaires.

L'application des mêmes principes permettra de dépasser considérablement, dans la construction des voûtes, l'ouverture et le rayon de courbure réalisés à La Balme.

HYGIÈNE ALIMENTAIRE. — *Les conserves de viande du Camp Retranché de Paris.* Note de MM. **André Kling** et **H. Copaux**, présentée par M. E. Roux.

L'un des derniers *Comptes rendus* [1] contient une Note de M. Balland sur le procédé de fabrication des conserves de viande suivi par le Service de Ravitaillement de Paris depuis l'ouverture des hostilités.

Les critiques contenues dans cette Note sont assurément très modérées dans la forme, mais, en fait, elles laissent entendre que le Service du Ravitaillement fabrique hâtivement des conserves de qualité inférieure.

Nous tenons à réfuter ici cette opinion et à défendre un système qui n'a pas été adopté sans de bonnes raisons.

Les deux procédés mis en opposition portent des noms familiers aux spécialistes et qu'il nous faut rappeler pour être clairs : l'un est le procédé

[1] Séance du 9 novembre 1914, p. 641.

traditionnel, dit de Chevallier-Appert, dans lequel la viande est blanchie, c'est-à-dire cuite à l'eau bouillante, puis réunie ultérieurement au bouillon fortement concentré à part, viande et bouillon étant enfin stérilisés ensemble à 115°-120°.

Dans le second procédé, le nôtre, dit de Billancourt amélioré, la viande crue, coupée en morceaux, est mélangée à du riz destiné à absorber la majeure partie de l'eau provenant de la déshydratation de la viande, ainsi qu'à du sel et à un peu d'agar-agar qui gélifie le bouillon non absorbé par le riz. Ce mélange est immédiatement stérilisé à la même température, mais plus longtemps que dans le procédé Chevallier-Appert.

Nous reconnaissons tout de suite à la conserve Chevallier-Appert l'avantage de contenir une moindre proportion d'eau, à poids égal de viande cuite, et de diminuer ainsi la charge inutile; encore cet avantage est-il atténué quand il s'agit d'alimenter la garnison sédentaire d'une place forte. Mais, ceci accordé, rien ne permet d'attribuer à la conserve Chevallier-Appert une supériorité de qualité sur la conserve Billancourt amélioré. Celle-ci diffère de l'autre non par l'état de la viande cuite, qui est pratiquement la même dans les deux cas, mais par l'addition d'agar-agar (2^g pour 800^g de viande crue) et de riz. Or l'agar-agar est une substance inoffensive et même, jusqu'à un certain point, utile (nous avons recueilli personnellement à cet égard l'opinion de quelques physiologistes très autorisés, et procédé à des expériences concluantes). Et si l'agar est prohibé dans les confitures, c'est lorsqu'il est frauduleusement substitué aux éléments normaux que doivent contenir les produits dits *pur sucre et fruits*, c'est-à-dire, par conséquent, lorsque son introduction constitue une tromperie sur la qualité de la marchandise vendue.

Quant au riz, auquel la Note de M. Balland reproche d'avoir été employé par des industriels peu scrupuleux pour frauder le pain, il n'en reste pas moins un aliment des plus utiles qui, introduit dans la conserve, en mélange avec la viande, réalise un appoint d'éléments hydrocarbonés qui augmentent sensiblement le pouvoir calorifique de cette conserve.

Entre deux produits d'égale qualité, le choix n'était plus réglé que par les conditions industrielles imposées par les circonstances, et là-dessus toute personne ayant une responsabilité dans la fabrication ne pouvait pas hésiter :

En période de canicule, par des journées orageuses, dans des usines qui, en temps de paix, travaillent exclusivement des légumes et non des viandes, il

fallait, en hâte et sous le coup d'un investissement possible, mettre sur pied une fabrication rationnelle de conserves de viande. Le procédé à suivre était celui qui comportait le plus petit nombre de manipulations, c'est-à-dire qui diminuait les chances de contamination tout en augmentant le rendement journalier. Et c'est précisément le cas du procédé Billancourt amélioré.

Nous n'avons pas exclu de parti-pris le procédé Chevallier-Appert, et c'est précisément ce qui nous permet de parler ici en connaissance de cause. Mais, après quelques jours d'expériences, nous l'avons limité strictement aux usines qui offraient des garanties particulières de propreté et de sécurité : habileté du personnel, vastes locaux, production volontairement restreinte, etc. Si notre service avait généralisé ce système, il aurait diminué, sans profit, le chiffre de production réclamé par l'Administration militaire, et couru le risque d'augmenter la proportion des boîtes manquées.

La Note de M. Balland rappelle enfin que les conserves fabriquées en temps de paix sont très rigoureusement surveillées, ce qui pourrait faire supposer que les nôtres le sont mal. Assurément notre service ne dispose pas d'un personnel suffisant pour placer, comme en temps de paix, deux officiers résidant dans chaque usine et chargés des essais de réception. Mais chacune de nos usines est placée sous la surveillance effective d'un chef de groupe qui en vérifie le fonctionnement.

De plus, un Service de Contrôle, dirigé par l'un de nous, prélève chaque jour, indépendamment du chef de groupe, des échantillons qui sont analysés au Laboratoire municipal, suivant une méthode semblable à celle indiquée au cahier des charges du temps de paix. Or la statistique des Essais du contrôle donne un résultat moyen entièrement satisfaisant et prouve que, au point de vue stérilisation, le procédé Billancourt amélioré fournit toute sécurité.

La méthode que nous avons adoptée se justifie donc complètement. Et comme, d'une part, à poids égal de viande cuite, le prix de revient de la conserve obtenue par le procédé Billancourt amélioré est inférieur à celui de la conserve préparée par le procédé Chevallier-Appert, et que, d'autre part, le premier de ces procédés offre des garanties de bonne conservation, c'est ce procédé, dit de *Billancourt amélioré*, qui a été définitivement adopté après que les circonstances furent devenues moins pressantes.

TECHNOLOGIE. — *Type de sous-vêtement militaire.*
Note de M. **Marcel Rostaing**, présentée par M. Georges Lemoine.

Comme type de sous-vêtement militaire, la Société des Papeteries de Vidalon, près Annonay (anciennes manufactures Canson et Montgolfier), a cherché à faire un article hygiénique, chaud, léger, durable, à la fois pratique et bon marché.

Ce sous-vêtement ne renferme aucun produit pouvant nuire à la santé; il est au contraire antiseptisé une fois terminé; le support des produits employés pour le rendre souple et imperméable est constitué par du papier collé sur toile de mousseline.

Il est chaud, étant imperméable à l'air et à l'eau. Il est pratique, se portant sur la chemise, sous les bretelles, et peut s'enlever et se mettre rapidement.

Son poids n'est que de 85 grammes net; son faible volume permet de le mettre facilement dans un sac de militaire ou dans une poche.

Enfin son prix est de 75 centimes pour la vente au public.

Divers essais faits par plusieurs régiments ont donné des résultats satisfaisants.

On peut livrer le même produit à l'état de feuilles, de manière à en varier la forme et les dimensions.

A 15 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures trois quarts.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 NOVEMBRE 1914.

PRÉSIDENCE DE M. P. APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Intégration d'une équation aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes.* Note de M. **Gaston Darboux.**

1. L'équation dont il s'agit est la suivante :

$$(s^2 - rt)xyz + pq(z - px - qy) = 0; \tag{1}$$

je l'ai rencontrée dans mes études sur la surface des ondes de Fresnel [1]. Elle définit des surfaces jouissant de la propriété géométrique suivante : Appelons *complexe de Chasles* l'ensemble des droites qui coupent les trois plans coordonnés et le plan de l'infini en quatre points dont le rapport anharmonique est constant. Si, sur chacune des surfaces définies par l'equation (1), on envisage une ligne asymptotique *quelconque*, en chaque point de cette ligne asymptotique le plan tangent à la surface est tangent au cône du second degré formé par toutes les droites d'un complexe de Chasles déterminé qui passent en ce point. Par suite, à chaque complexe de Chasles, caractérisé par une valeur particulière donnée au rapport anharmonique, correspond une ligne asymptotique déterminée de la surface.

Cette propriété géométrique de la surface se traduit analytiquement de la manière suivante :

L'intégrale générale de l'équation différentielle des lignes asymptotiques

---

[1] Voir *Leçons sur la théorie des surfaces.* Quatrième Partie, p. 481.

sera donnée par la formule

$$\alpha\sqrt{-px}+\beta\sqrt{-qy}+\gamma\sqrt{z}=0, \tag{2}$$

où α, β, γ sont des constantes liées par la relation

$$\alpha^2+\beta^2+\gamma^2=0$$

et les deux systèmes de trois équations de Monge reliant les différentielles dp, dq, dx, dy, dz admettent chacun *une* combinaison intégrable.

La théorie générale nous permettrait alors de ramener l'équation proposée à la forme plus maniable

$$s=f(x,y,z,p,q),$$

ne contenant qu'une dérivée seconde; mais au lieu d'appliquer cette théorie, nous allons faire connaître une méthode particulière qui nous conduira à des résultats très complets.

2. Puisque l'équation finie des lignes asymptotiques est connue ici et donnée par la relation (2), on peut dire que les deux familles de lignes asymptotiques sont déterminées, la première par l'équation

$$\alpha\sqrt{-px}+\beta\sqrt{-qy}+\gamma\sqrt{z}=0, \tag{3}$$

où les constantes α, β, γ satisfont à la condition

$$\alpha^2+\beta^2+\gamma^2=0, \tag{4}$$

et la seconde par l'équation

$$\alpha_1\sqrt{-px}+\beta_1\sqrt{-qy}+\gamma_1\sqrt{z}=0, \tag{5}$$

où l'on a de même

$$\alpha_1^2+\beta_1^2+\gamma_1^2=0. \tag{6}$$

Les paramètres α, β, γ sont des fonctions du paramètre ρ de l'une des familles de lignes asymptotiques, liées par la relation (4). On pourrait prendre, par exemple,

$$\alpha=1,\qquad \beta=\sqrt{-\rho},\qquad \gamma=\sqrt{\rho-1}.$$

De même α_1, β_1, γ_1 sont des fonctions du paramètre ρ_1 de la seconde famille et l'on pourrait prendre

$$\alpha_1=1,\qquad \beta_1=\sqrt{-\rho},\qquad \gamma_1=\sqrt{\rho_1-1}.$$

Mais, pour conserver plus de symétrie au calcul, nous garderons les six constantes α, β, γ, α_1, β_1, γ_1.

Cela posé, reprenons les formules de M. Lelieuvre [1] :

$$(7)\quad \left\{\begin{aligned} dx &= \left(\theta_2 \frac{\partial\theta_3}{\partial\rho} - \theta_3 \frac{\partial\theta_2}{\partial\rho}\right) d\rho - \left(\theta_2 \frac{\partial\theta_3}{\partial\rho_1} - \theta_3 \frac{\partial\theta_2}{\partial\rho_1}\right) \partial\rho_1, \\ dy &= \left(\theta_3 \frac{\partial\theta_1}{\partial\rho} - \theta_1 \frac{\partial\theta_3}{\partial\rho}\right) d\rho - \left(\theta_3 \frac{\partial\theta_1}{\partial\rho_1} - \theta_1 \frac{\partial\theta_3}{\partial\rho_1}\right) \partial\rho_1, \\ dz &= \left(\theta_1 \frac{\partial\theta_2}{\partial\rho} - \theta_2 \frac{\partial\theta_1}{\partial\rho}\right) d\rho - \left(\theta_1 \frac{\partial\theta_2}{\partial\rho_1} - \theta_2 \frac{\partial\theta_1}{\partial\rho_1}\right) \partial\rho_1. \end{aligned}\right.$$

Les équations que nous avons données et l'expression bien connue du produit des rayons de courbure nous fournissent les relations

$$p = -\frac{\theta_1}{\theta_3}, \qquad q = -\frac{\theta_2}{\theta_3} \quad \frac{(1+p^2+q^2)^2}{rt-s^2} = -(\theta^2+\theta_1^2+\theta_2^2)^2$$

qui permettent de transformer l'équation aux dérivées partielles (1) en la suivante :

$$(8)\qquad xyz + \theta_1\theta_2\theta_3(\theta_1 x + \theta_2 y + \theta_3 z) = 0.$$

Quant aux équations (3) et (5), elles deviennent

$$(9)\qquad \left\{\begin{aligned} \alpha\sqrt{\theta_1 x} + \beta\sqrt{\theta_2 y} + \gamma\sqrt{\theta_3 z} &= 0, \\ \alpha_1\sqrt{\theta_1 x} + \beta_1\sqrt{\theta_2 y} + \gamma_1\sqrt{\theta_3 z} &= 0, \end{aligned}\right.$$

et de là on tire

$$\frac{\sqrt{\theta_1 x}}{\beta\gamma_1 - \gamma\beta_1} = \frac{\sqrt{\theta_2 y}}{\gamma\alpha_1 - \alpha\gamma_1} = \frac{\sqrt{\theta_3 z}}{\alpha\beta_1 - \beta\alpha_1},$$

ce qui permet de poser, λ étant une inconnue auxiliaire,

$$\begin{aligned} x &= \lambda\theta_2\theta_3(\beta\gamma_1 - \gamma\beta_1)^2, \\ y &= \lambda\theta_1\theta_3(\gamma\alpha_1 - \alpha\gamma_1)^2, \\ z &= \lambda\theta_1\theta_2(\alpha\beta_1 - \beta\alpha_1)^2. \end{aligned}$$

En portant ces valeurs de x, y, z dans l'équation (8) on déterminera λ et l'on obtiendra les valeurs suivantes définitives de x, y, z :

$$(10)\qquad x = \theta_2\theta_3 H, \qquad y = \theta_1\theta_3 K, \qquad z = \theta_1\theta_2 L,$$

où l'on a

$$(11)\qquad H = \frac{\beta\gamma_1 - \gamma\beta_1}{\beta\gamma_1 + \gamma\beta_1}, \qquad K = \frac{\gamma\alpha_1 - \alpha\gamma_1}{\gamma\alpha_1 + \alpha\gamma_1}, \qquad L = \frac{\alpha\beta_1 - \beta\alpha_1}{\alpha\beta_1 + \beta\alpha_1}.$$

---

[1] *Leçons sur la théorie des surfaces*. Quatrième Partie, Livre VIII, Chap. II.

3. Différentions maintenant les équations (10). La troisième, par exemple, nous conduira aux deux équations

$$(12)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial \log\theta_2}{\partial\rho}\dfrac{\beta}{\beta_1} - \dfrac{\partial \log\theta_1}{\partial\rho}\dfrac{\alpha}{\alpha_1} = \dfrac{\beta\alpha' - \alpha\beta'}{\beta\alpha_1 + \alpha\beta_1}, \\ \dfrac{\partial \log\theta_2}{\partial\rho_1}\dfrac{\beta_1}{\beta} - \dfrac{\partial \log\theta_1}{\partial\rho_1}\dfrac{\alpha_1}{\alpha} = \dfrac{\beta_1\alpha'_1 - \alpha_1\beta'_1}{\beta\alpha_1 + \alpha\beta_1}, \end{cases}$$

et il faudra joindre à ces équations celles qu'on obtiendrait en effectuant des permutations circulaires sur les indices. On aura ainsi en tout six équations; mais il est aisé de vérifier qu'on obtient une identité en ajoutant membre à membre l'une ou l'autre des équations (12) et les deux qu'on en déduit par les permutations circulaires.

Nos six équations se réduiront à quatre, qui permettront d'exprimer les dérivées de $\log\theta_2$, $\log\theta_3$ en fonction linéaire de celles de $\log\theta_1$. Il semblerait donc qu'en écrivant les conditions d'intégrabilité on devra arriver à deux équations linéaires pour $\log\theta_1$. En réalité, nous allons le voir, ces deux équations se réduisent à une seule.

4. Pour faire le calcul d'une manière élégante, nous remarquerons qu'on peut donner aux deux équations (12) la forme suivante :

$$(13)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial \log\theta_2}{\partial\rho} = \dfrac{\partial \log\theta_1}{\partial\rho}\dfrac{\alpha\beta_1}{\beta\alpha_1} + \dfrac{\partial}{\partial\rho}\log\left(\dfrac{\alpha}{\beta} + \dfrac{\alpha_1}{\beta_1}\right), \\ \dfrac{\partial \log\theta_2}{\partial\rho_1} = \dfrac{\partial \log\theta_1}{\partial\rho_1}\dfrac{\beta\alpha_1}{\alpha\beta_1} + \dfrac{\partial}{\partial\rho_1}\log\left(\dfrac{\alpha}{\beta} + \dfrac{\alpha_1}{\beta_1}\right). \end{cases}$$

L'élimination de θ_2 se fait donc immédiatement et nous conduit pour $\log\theta_1$ à l'équation linéaire suivante :

$$(14)\quad \frac{\partial}{\partial\rho_1}\left(\frac{\alpha\beta_1}{\beta\alpha_1}\frac{\partial \log\theta_1}{\partial\rho}\right) = \frac{\partial}{\partial\rho}\left(\frac{\beta\alpha_1}{\alpha\beta_1}\frac{\partial \log\theta_1}{\partial\rho_1}\right).$$

Si l'on avait opéré avec θ_3 on aurait eu le système suivant

$$(15)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial \log\theta_3}{\partial\rho} = \dfrac{\partial \log\theta_1}{\partial\rho}\dfrac{\alpha\gamma_1}{\gamma\alpha_1} + \dfrac{\partial}{\partial\rho}\log\left(\dfrac{\alpha}{\gamma} + \dfrac{\alpha_1}{\gamma_1}\right) \\ \dfrac{\partial \log\theta_3}{\partial\rho_1} = \dfrac{\partial \log\theta_1}{\partial\rho_1}\dfrac{\gamma\alpha_1}{\alpha\gamma_1} + \dfrac{\partial}{\partial\rho_1}\log\left(\dfrac{\alpha}{\gamma} + \dfrac{\alpha_1}{\gamma_1}\right) \end{cases}$$

qui nous aurait conduit à l'équation

$$(16)\quad \frac{\partial}{\partial\rho_1}\left(\frac{\alpha\gamma_1}{\gamma\alpha_1}\frac{\partial \log\theta_1}{\partial\rho}\right) = \frac{\partial}{\partial\rho}\left(\frac{\gamma\alpha_1}{\alpha\gamma_1}\frac{\partial \log\theta_1}{\partial\rho_1}\right)$$

et il aisé de reconnaître que cette équation est la même que l'équation (14); car on obtient une identité en ajoutant les deux équations après les avoir multipliées respectivement par $\frac{\beta\beta_1}{\alpha\alpha_1}$ et $\frac{\gamma\gamma_1}{\alpha\alpha_1}$.

Ainsi la solution du problème est ramenée à l'intégration de l'équation linéaire (14). Quand on en aura une solution, θ_2, θ_3 et par conséquent x, y, z se détermineront par des quadratures.

5. L'équation (14) peut être remenée à une autre qui est bien connue.

Si l'on pose, par exemple,

$$\frac{\beta}{\alpha} = \sqrt{\rho}, \qquad \frac{\beta_1}{\alpha_1} = \sqrt{\rho_1},$$

elle devient

$$(\rho - \rho_1)\frac{\partial^2 \log\theta_1}{\partial\rho\,\partial\rho_1} - \frac{1}{2}\left(\frac{\partial \log\theta_1}{\partial\rho} - \frac{\partial \log\theta_1}{\partial\rho_1}\right) = 0. \tag{17}$$

On reconnaît l'équation d'Euler et de Poisson que j'ai nommée $E\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$ et à laquelle est consacré un Chapitre spécial de mon Ouvrage ([1]). On sait qu'on peut l'intégrer par des intégrales définies. On a aussi les moyens d'en déterminer un grand nombre de solutions particulières.

On peut effectuer d'une autre manière la réduction de l'équation (14). a, b, c désignant trois constantes quelconques, on peut résoudre les équations (4) et (6) en posant

$$\left\{\begin{array}{ll} \alpha = \sqrt{(a-\rho)(b-c)}, & \alpha_1 = \sqrt{(a-\rho_1)(b-c)}; \\ \beta = \sqrt{(b-\rho)(c-a)}, & \beta_1 = \sqrt{(b-\rho_1)(c-a)}; \\ \gamma = \sqrt{(c-\rho)(a-b)}, & \gamma_1 = \sqrt{(c-\rho_1)(a-b)}. \end{array}\right. \tag{18}$$

En portant ces valeurs dans l'équation (14) on trouve

$$(\rho - \rho_1)\frac{\partial^2 \log\theta_1}{\partial\rho\,\partial\rho_1} - \frac{1}{2}\frac{\rho - a}{\rho_1 - a}\frac{\partial \log\theta_1}{\partial\rho} + \frac{1}{2}\frac{\rho_1 - a}{\rho - a}\frac{\partial \log\theta_1}{\partial\rho_1} = 0. \tag{19}$$

Il suffit de poser ensuite

$$\sigma = \frac{1}{a-\rho}, \qquad \sigma_1 = \frac{1}{a-\rho_1} \tag{20}$$

pour être ramené à l'équation

$$(\sigma - \sigma_1)\frac{\partial^2 \log\theta_1}{\partial\sigma\,\partial\sigma_1} - \frac{1}{2}\frac{\partial \log\theta_1}{\partial\sigma} + \frac{1}{2}\frac{\partial \log\theta_1}{\partial\sigma_1} = 0, \tag{21}$$

([1]) *Leçons sur la théorie des surfaces*. Deuxième Partie, Livre IV, Chap. III.

c'est-à-dire à l'équation $E\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$. On voit que toute solution de notre problème donnera, par l'emploi successif de θ_1, θ_2, θ_3, trois solutions de cette équation.

6. La forme si curieuse des équations (13) et (15) nous conduit à la conséquence suivante. Supposons qu'on ait déterminé un certain nombre de systèmes de solutions du problème

$$\theta_{1i}, \quad \theta_{2i}, \quad \theta_{3i}.$$

Par suite de leur forme linéaire, les équations du problème ne cesseront pas d'être vérifiées si l'on prend

$$(22) \qquad \begin{cases} \theta_1 = \mathrm{A}\Pi\theta_{1i}^{m_i}, \\ \theta_2 = \mathrm{B}\Pi\theta_{2i}^{m_i}, \\ \theta_3 = \mathrm{C}\Pi\theta_{3i}^{m_i}, \end{cases}$$

les quantités A, B, C, m_i étant des constantes et la présence des seconds membres exigeant que les exposants m_i satisfassent à la condition

$$(23) \qquad \Sigma m_i = 1.$$

On aurait de même, en opérant sur les coordonnées,

$$(24) \qquad \begin{cases} x = \mathrm{BC}\Pi x_i^{m_i}, \\ y = \mathrm{AC}\Pi y_i^{m_i}, \\ z = \mathrm{AB}\Pi z_i^{m_i}. \end{cases}$$

7. Pour appliquer la proposition précédente, il faudra connaître des solutions particulières. Or les conditions du problème et la forme même des équations mettent en évidence de telles solutions. Par exemple, si nous supposons $\theta_1 = 1$, les équations (13) et (15) nous donnent immédiatement θ_2, θ_3. En effectuant ensuite des permutations, nous avons les trois groupes de solutions

$$(25) \qquad \begin{cases} \theta_1 = 1, & \theta_2 = \dfrac{\alpha}{\beta} + \dfrac{\alpha_1}{\beta_1}, & \theta_3 = \dfrac{\alpha}{\gamma} + \dfrac{\alpha_1}{\gamma_1}; \\ \theta_1 = \dfrac{\beta}{\alpha} + \dfrac{\beta_1}{\alpha_1}, & \theta_2 = 1, & \theta_3 = \dfrac{\beta}{\gamma} + \dfrac{\beta_1}{\gamma_1}; \\ \theta_1 = \dfrac{\gamma}{\alpha} + \dfrac{\gamma_1}{\alpha_1}, & \theta_2 = \dfrac{\gamma}{\beta} + \dfrac{\gamma_1}{\beta_1}, & \theta_3 = 1. \end{cases}$$

En supposant que la surface cherchée soit une sphère de rayon 1, ce qui entraîne les hypothèses

$$\theta_1 = ix, \qquad \theta_2 = iy, \qquad \theta_3 = iz,$$

on trouvera de même la solution

$$(26) \qquad \theta_1 = i\frac{\beta\gamma_1 - \gamma\beta_1}{D}, \qquad \theta_2 = i\frac{\gamma\alpha_1 - \alpha\gamma_1}{D}, \qquad \theta_3 = i\frac{\alpha\beta_1 - \beta\alpha_1}{D},$$

D ayant pour valeur

$$D = \alpha\alpha_1 + \beta\beta_1 + \gamma\gamma_1.$$

Nous signalerons encore les solutions particulières

$$(27) \qquad \begin{cases} \theta_1 = \dfrac{\alpha\beta_1 + \beta\alpha_1}{\alpha\alpha_1\sqrt{K}}, & \theta_2 = \dfrac{1}{\sqrt{H}}, & \theta_3 = \dfrac{1}{\sqrt{H}}; \\ \theta_1 = \dfrac{1}{\sqrt{K}}, & \theta_2 = \dfrac{\beta\gamma_1 + \gamma\beta_1}{\beta\beta_1\sqrt{L}}, & \theta_3 = \dfrac{1}{\sqrt{K}}; \\ \theta_1 = \dfrac{1}{\sqrt{L}}, & \theta_2 = \dfrac{1}{\sqrt{L}}, & \theta_3 = \dfrac{\gamma\alpha_1 + \alpha\gamma_1}{\gamma\gamma_1\sqrt{H}}. \end{cases}$$

Cela donnera sept systèmes de solutions auxquels on pourra appliquer la proposition générale du numéro précédent.

8. Nous terminerons en remarquant qu'au lieu de déterminer θ_1, θ_2, θ_3, on pourrait s'attacher à avoir les expressions de x, y, z. La méthode précédente se prête à cette recherche. On aurait, par exemple, en différentiant z et éliminant θ_2, les relations

$$(28) \qquad \begin{aligned} \frac{\partial \log z}{\partial \rho} &= \left(1 + \frac{\alpha\beta_1}{\beta\alpha_1}\right)\frac{\partial \log \theta_1}{\partial \rho} + \frac{\partial}{\partial \rho}\operatorname{Log}\frac{\beta\alpha_1 - \alpha\beta_1}{\beta\beta_1}, \\ \frac{\partial \log z}{\partial \rho_1} &= \left(1 + \frac{\beta\alpha_1}{\alpha\beta_1}\right)\frac{\partial \log \theta_1}{\partial \rho_1} + \frac{\partial}{\partial \rho_1}\operatorname{Log}\frac{\beta\alpha_1 - \alpha\beta_1}{\beta\beta_1}. \end{aligned}$$

L'élimination de z conduirait à l'équation déjà obtenue pour θ_1, mais les équations précédentes peuvent aussi être écrites comme il suit :

$$\begin{aligned} \frac{\partial \log \theta_1}{\partial \rho} &= \frac{\beta\alpha_1}{\alpha\beta_1 + \beta\alpha_1}\frac{\partial \log z}{\partial \rho} - \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial \rho}\operatorname{Log}\frac{\alpha\beta_1 - \beta\alpha_1}{\alpha\beta_1 + \beta\alpha_1}, \\ \frac{\partial \log \theta_1}{\partial \rho_1} &= \frac{\alpha\beta_1}{\alpha\beta_1 + \beta\alpha_1}\frac{\partial \log z}{\partial \rho_1} - \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial \rho_1}\operatorname{Log}\frac{\alpha\beta_1 - \beta\alpha_1}{\alpha\beta_1 + \beta\alpha_1}, \end{aligned}$$

et l'élimination de θ_1 conduit cette fois à l'équation

$$\frac{\partial}{\partial \rho_1}\left(\frac{\beta\alpha_1}{\alpha\beta_1+\beta\alpha_1}\frac{\partial \log z}{\partial \rho}\right) = \frac{\partial}{\partial \rho}\left(\frac{\alpha\beta_1}{\alpha\beta_1+\beta\alpha_1}\frac{\partial \log z}{\partial \rho_1}\right) \tag{29}$$

qui déterminera z et qui est linéaire par rapport à $\log z$. Si l'on pose ici

$$\frac{\beta}{\alpha} = e^{\rho}, \qquad \frac{\beta_1}{\alpha_1} = e^{\rho_1},$$

l'équation deviendra

$$(e^{\rho-\rho_1} - e^{\rho_1-\rho})\frac{\partial^2 \log z}{\partial \rho\, \partial \rho_1} = \frac{\partial \log z}{\partial \rho} - \frac{\partial \log z}{\partial \rho_1}. \tag{30}$$

Ainsi l'intégration de cette équation peut se ramener à celle de l'équation $E\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le calcul de l'énergie potentielle d'une bobine parcourue par un courant dans le cas de l'enroulement sur place.* Note de M. **André Blondel**.

Considérons maintenant le cas d'un circuit parcouru par un courant constant et modifions l'expérience III de ma précédente Note [1] en enroulant la bobine dans le champ magnétique (au lieu de la dérouler). Pour que le flux initial qui traverse le conducteur soit absolument nul, il suffit de donner d'abord au circuit fermé conducteur, la forme d'une boucle formée de deux fils parallèles jointifs, de relier par l'intermédiaire d'une pile, donnant un courant I constant, une des extrémités de cette boucle au balai du tambour frottant sur le disque fixe, de souder l'autre extrémité de la boucle au centre de ce disque, puis de faire tourner le tambour tout en maintenant le fil appliqué contre celui-ci par un galet placé au voisinage de la boucle.

Dans le cas présent, le fait qu'il n'y a aucune force électromotrice induite par le champ de l'électro-aimant [2] s'explique immédiatement en

[1] Cf. *Comptes rendus*, séance du 9 novembre 1914, t. 159, p. 674.

[2] Il se produit d'ailleurs deux petites forces électromotrices, l'une par l'effet de la self-induction étudié plus loin, la seconde par réaction du courant induit dans le disque voisin du tambour par suite de la variation du flux magnétique produit par ce tambour. On ne les prend pas en considération ici.

appliquant, comme l'ont fait Helmholtz et Kelvin, le principe de la conservation de l'énergie; le déplacement du fil conducteur, qui constitue la bobine, restant toujours tangentiel à la trajectoire, est exécuté sans dépense de travail mécanique, puisque, d'après la loi de Biot et Savart, chaque élément du conducteur placé dans le champ n'est soumis qu'à une force normale; il ne peut donc y avoir production d'aucune énergie électrique.

Le mode expérimental employé permet donc, contrairement aux autres procédés connus, d'amener dans un champ magnétique (produit à volonté, soit par des aimants, soit par des courants) une bobine de fil conducteur parcouru par un courant électrique, sans travail mécanique, ni mise en jeu d'énergie électrique dans le circuit de cette bobine, et sans production de force électromotrice.

On peut en déduire quelques conclusions intéressantes au sujet de l'énergie potentielle, intrinsèque ou relative, du circuit. Pour la facilité de l'exposé, on supposera nulles les résistances ohmiques, qui ne jouent pas de rôle dans l'énergie potentielle.

1° *Bobine dans un champ magnétique produit par des aimants.* — Si le champ magnétique dans lequel on enroule la bobine est produit par des aimants, aucune énergie électrique ne peut évidemment être dépensée, ni produite en dehors du circuit de la bobine qu'on enroule. Négligeons pour le moment l'énergie intrinsèque de cette bobine, sur laquelle on reviendra plus loin. L'absence de toute énergie et de tout travail mécanique pendant l'enroulement démontre que *l'énergie potentielle relative* de la bobine dans le champ des aimants est nulle. On confirme ainsi par voie *expérimentale* une importante proposition théorique [1], qui était restée, semble-t-il, controversée [2]; quelques auteurs, en effet, assimilant un courant fermé à un feuillet magnétique, lui attribuaient dans un champ magnétique *quelconque* une énergie potentielle $I\Phi$ en appelant Φ le flux embrassé et en négligeant l'énergie électrique dépensée dans le circuit pendant le déplacement [3].

---

[1] Cf. VASCHY, *Traité d'Électricité et de Magnétisme*, t. I.

[2] Cf. MASCART et JOUBERT, *Leçons d'Électricité*, 2e édition, t. I.

[3] Pour éviter d'imparfaites analogies, dont cet exemple montre le danger, il vaudrait peut-être mieux supprimer complètement de l'enseignement la notion du feuillet magnétique, qui ne répond d'ailleurs qu'à un concept irréalisable.

2° *Bobine dans un champ produit par un courant électrique.* — Supposons, pour simplifier, que le champ soit produit dans un milieu de perméabilité constante par une seule bobine inductrice qu'on appellera *bobine* 2; et supposons celle-ci alimentée, à intensité de courant constante I_2, par une pile, au moyen d'un potentiomètre permettant un réglage continu de la force électromotrice agissante, pour compenser la force électromotrice induite e_2 à chaque instant.

Pendant qu'on enroulera la bobine 1 dans le champ de I_2 tout en y maintenant, par un moyen analogue, un courant constant I_1, il n'y aura pas d'énergie mise en jeu dans la bobine 1 (en négligeant toujours pour l'instant la self-induction de cette bobine), car la formule de la force électromotrice induite $e_1 = -I_2\,d\mathrm{M}$ est en défaut dans ce cas. Mais il y aura dépense ou accumulation d'énergie W dans le circuit de la bobine 2 par l'effet de la variation du flux total Φ produit à travers cette bobine par la bobine 1,

$$\mathrm{W} = \int_0^t e_2 I_2\,dt = -\int_0^t \frac{d\Phi}{dt} I_2\,dt,$$

d'où

$$\mathrm{W}_{1,2} = -\int_0^{\Phi} I_2\,d\Phi, \tag{1}$$

qu'on peut écrire aussi en appelant M le coefficient final d'induction mutuelle des deux bobines après l'enroulement de la bobine 1 et $\mathfrak{M}$ le coefficient mutuel d'induction au temps t,

$$\mathrm{W} = \int_0^{\mathrm{M}} I_2\,d(\mathfrak{M} I_1) = \int_0^{\mathrm{M}} I_1 I_2\,d\mathfrak{M} = \mathrm{M} I_1 I_2. \tag{2}$$

Cette expression de l'énergie potentielle relative de deux circuits est la même que celle qu'on obtient en amenant de l'infini à sa position définitive la bobine 1 préparée d'avance et parcourue par le courant I_1; mais dans ce cas classique, la bobine 1 est elle-même le siège d'une dépense d'énergie électrique $\mathrm{M}I_1I_2$ égale à celle de la bobine 2, et il y a production d'un travail mécanique, égal lui aussi à la même expression et qui détruit cette énergie (ou inversement).

Le processus est différent également de celui qui se produit quand on lance un courant dans la bobine 1 préalablement mise en place jusqu'à ce qu'il atteigne la valeur I_1; dans ce dernier cas [1], l'énergie mise en jeu

[1] Cf. A. Perot, *L'Éclairage électrique*, t. XXII, 6 janvier 1900, p. 10.

dans le circuit 2 est bien représentée aussi par l'intégrale (1), mais c'est I_1 qui est variable et non M [1].

3° *Énergie intrinsèque due à la self-induction de la bobine.* — Soient $\mathcal{L}$ le coefficient de self-induction à l'instant t, L le coefficient final. Si l'on enroule le conducteur, préalablement mis en boucle, tout en maintenant le courant constant I_1 par variation de la force électromotrice de la source à l'aide d'un potentiomètre, on peut être tenté de calculer l'énergie mise en jeu (autre que l'énergie consommée par la résistance ohmique) par la même intégrale que ci-dessus en faisant simplement $I_1 = I_2$, $\mathfrak{M} = \mathcal{L}$, $M = L$ et en posant $\Phi = \mathcal{L}I$; d'où, puisque I est constant, on tirerait

$$W = \int_0^{\Phi} I\,d\Phi = \int_0^{L} I^2\,d\mathcal{L}. \tag{3}$$

On trouverait ainsi une énergie potentielle double de l'énergie potentielle calculée par les méthodes ordinaires, rappelées plus haut dans le cas des deux circuits. Cependant, il n'y a aucun travail mécanique dépensé pour la déformation du circuit. La formule (1) est donc en défaut dans ce cas particulier. Un calcul correct s'adaptant à cette expérience d'enroule-

(1) Il peut être intéressant de montrer que dans l'expérience III pendant l'enroulement de la bobine à vitesse constante, son coefficient d'induction mutuelle par rapport à la bobine fixe varie suivant une loi continue et linéaire en fonction du temps. Cela résulte du fait même que dans l'expérience III la force électromotrice induite est constante, car cette force électromotrice est proportionnelle à $I_2 \frac{dM}{dt}$ et il est bien évident que le coefficient d'induction mutuelle ne dépend pas du mouvement du disque et reste le même dans l'expérience III que dans l'expérience IV. On peut vérifier aussi que $\mathfrak{M}$ varie linéairement dans le cas des expériences I et II en remarquant que le courant I amené à la bague fixe ou mobile par les deux extrémités du conducteur à enrouler se divise dans cette bague en deux parties I_1, I_2 qui sont de sens opposé par rapport au sens de la rotation. Si l'on suppose, par exemple, que cette rotation soit dextrorsum et qu'on prenne le même sens comme sens positif du courant qui suit le fil enroulé et comme positif le courant I_1 qui suit le même sens dans la bague, la partie déjà enroulée du tour du tambour constitue un arc de cercle qui compense en partie l'arc de cercle α; au point de vue magnétique, les ampères-arc correspondants seront $I - I_2 = I_1$, c'est-à-dire que cet arc se comporte comme s'il était parcouru par le courant I_1 et tout se passe comme si ce dernier circulait dans l'anneau, si l'on a soin que les points d'aboutissement des deux conducteurs au tambour soient sur le même rayon; il est facile de voir que le courant I varie pendant chaque tour proportionnellement à l'angle α décrit et après chaque tour s'ajoute une spire entière.

ment peut cependant être fait par l'intégrale $\int e \mathrm{I}\, dt$, pourvu qu'on calcule d'abord convenablement la force électromotrice induite e.

A cet effet, reportons-nous au cas de l'induction mutuelle entre le circuit enroulé et un circuit fixe, et remarquons que le coefficient d'induction mutuelle $\mathfrak{M}$ peut être décomposé en ses éléments, en écrivant

$$m = \mathrm{K}\sqrt{\mathfrak{L}_1}\sqrt{\mathfrak{L}_2},$$

en appelant K un coefficient de couplage toujours plus petit que l'unité, $\mathfrak{L}_1$, $\mathfrak{L}_2$ les coefficients de self-induction respectifs des deux bobines.

Pendant l'enroulement de la bobine 1, la force électromotrice induite dans la bobine 2 est proportionnelle à la variation de $\sqrt{\mathfrak{L}_1}$ et à la valeur de $\sqrt{\mathfrak{L}_2}$, que I_1 soit constant ou variable; donc

$$(4) \qquad e_2 = -\mathrm{I}_1\sqrt{\mathfrak{L}_2}\,\frac{d\sqrt{\mathfrak{L}_1}}{dt}.$$

Supposons maintenant la bobine 2 confondue avec la bobine 1, d'où $\mathrm{K} = 1$ et $\mathfrak{L}_2 = \mathfrak{L}_1 = \mathfrak{L}$; la force électromotrice induite e_2 s'applique maintenant à la bobine 1 elle-même, et prend la forme

$$(5) \qquad e = -\mathrm{I}\sqrt{\mathfrak{L}}\,\frac{d\sqrt{\mathfrak{L}}}{dt} = -\frac{\mathrm{I}}{2}\,\frac{d\mathfrak{L}}{dt},$$

soit la moitié de celle qu'indique, en cas de déformation de la bobine ou de changement de perméabilité du milieu, la formule classique [1]

$$(6) \qquad e = -\mathrm{I}\,\frac{d\mathfrak{L}}{dt}.$$

L'énergie totale mise en jeu par variation de l entre 0 et L est, d'après (5), donnée par l'intégrale

$$\mathrm{W} = -\int_0^t e\,\mathrm{I}\,dt = \int_0^{\mathrm{L}} \frac{\mathrm{I}^2}{2}\cdot\frac{d\mathfrak{L}}{dt} = \frac{1}{2}\mathrm{L}\mathrm{I}^2.$$

On ne retrouve donc ici l'expression exacte de l'énergie potentielle que par un calcul spécial à l'expérience particulière considérée, tandis que les expressions ordinaires (3) et (6) de la force électromotrice et de la varia-

---

[1] Cf. Chwolson, *Traité de Physique*, 2e édition française, t. V, p. 70.

tion de l'énergie d'un circuit à self-induction variable sont en défaut [1]. Les expériences I et II ont d'ailleurs montré que la cause de cette exception n'est pas la présence d'un contact glissant, mais la déformation du circuit par un déplacement tangentiel.

M. H. Le Chatelier fait hommage à l'Académie de deux nouveaux fascicules des *Classiques de la Science* : VI. *Fusion du platine et dissociation*, Mémoires de Sainte-Claire Deville, Debray, Troost, Hautefeuille, Isambert, Ditte, Joannis, Joly; VII. *Le Fluor*, Mémoires de Henri Moissan.

MÉMOIRES LUS.

Méthode de localisation exacte des projectiles dans le corps des blessés par voie radiographique; par M. E. Colardeau.

L'utilité de la détermination précise de la position des projectiles dans le corps des blessés se faisant sentir plus pressante que jamais dans les circonstances actuelles, je me propose de décrire, d'une manière aussi

---

(1) Cet échec provient de ce que l'expression de la self-induction est de la forme $\mathfrak{L} = an^2\mathfrak{P}$, en appelant a un coefficient sensiblement constant, n le nombre de spires entier ou fractionnaire, $\mathfrak{P}$ la perméance du circuit magnétique parcouru par le flux propre de la bobine.

Quand on fait subir à la perméance une certaine variation différentielle $d\mathfrak{P}$, la variation différentielle de la self-induction lui est proportionnelle $d\mathfrak{L} = an^2 d\mathfrak{P}$. Au contraire, si l'on fait varier le nombre de spires, la différentielle du coefficient de self-induction prend la forme $d\mathfrak{L} = 2a\mathfrak{P}n\,dn$ et dépend de $2n\,dn$, tandis que dans notre expérience (où $\mathfrak{P}$ est constant) la variation de la force électromotrice induite n'est proportionnelle qu'à $n\,dn$. En effet, pendant l'enroulement, le flux total à travers la bobine varie proportionnellement à n et d'une manière continue : $\Phi = an\mathfrak{P}\mathrm{I}$. On sait, d'autre part, par l'expérience III que j'ai exposée, que la variation du nombre de spires entourant un flux donné ne produit aucune force électromotrice; seule la variation du flux donne dans chaque spire déjà enroulée une force électromotrice $a\mathfrak{P}\mathrm{I}\frac{dn}{dt}$ et par suite, dans les n spires enroulées, $-na\mathfrak{P}\mathrm{I}\frac{dn}{dt}$.

D'où l'énergie à la fin de l'enroulement ($n = \mathrm{N}$)

$$\mathrm{W} = \int_0^{\mathrm{N}} a\mathfrak{P}\mathrm{I}^2 n\,dn = \frac{1}{2}a\mathfrak{P}n^2\mathrm{I}^2 = \frac{1}{2}\mathrm{LI}^2.$$

brève que possible, une méthode que j'emploie depuis quelque temps déjà dans plusieurs hôpitaux (en particulier à l'hôpital militaire de Trouville), et qui m'a donné toute satisfaction pour la solution de ce problème. L'application de cette méthode est extrêmement simple et rapide. Elle ne nécessite que quelques accessoires à joindre au matériel radiographique courant. Ces accessoires sont suffisamment simples pour que chacun puisse les construire lui-même ou les faire construire partout. Grâce à eux on peut transformer l'installation radiographique ou radioscopique la plus modeste en une installation de précision.

Nous allons chercher de la manière suivante la solution du problème.

Marquons sur la peau du blessé une petite croix O que nous appellerons *repère origine* et que nous tracerons dans le voisinage de la région où nous avons des raisons de supposer que le projectile se trouve, et imaginons trois axes rectangulaires dont ce point O sera l'origine. L'axe des x sera parallèle à la direction gauche-droite du blessé; l'axe des y sera parallèle à l'axe du corps (direction des pieds vers la tête) et l'axe des z, perpendiculaire aux précédents, traversera le corps du blessé. Nous allons chercher par voie radiographique ou radioscopique à déterminer d'une manière précise les trois coordonnées X, Y, Z du projectile par rapport à ce système d'axes. Les deux coordonnées X et Y portées à partir du repère origine sur la surface du corps indiqueront le point où le chirurgien doit attaquer le corps avec son bistouri pour y trouver le projectile à la profondeur Z.

Pour évaluer X, Y, Z, il suffit de prendre, dans les conditions que je vais indiquer, deux radiographies consécutives de la région du corps où se trouve le projectile.

La figure 1 ci-contre montre en coupe cette région C du corps (un thorax ou une jambe, par exemple) dans laquelle se trouve un projectile P.

La plaque photographique sensible est en S. Elle est contenue dans une boîte B (*fig.* 1 et 2) d'où l'on peut l'extraire facilement pour la remplacer par une autre sans que le blessé ait à bouger. Dans le couvercle de cette boîte sont plantés, sur deux droites rectangulaires, quatre petits clous x, x', y, y' qui, s'imprimant sur le cliché en même temps que les détails du membre radiographié, permettent de tracer au crayon sur la gélatine de ce cliché les deux axes xx', yy' se coupant au centre O de la plaque.

On place cette boîte au-dessous de l'ampoule radiographique de manière que la surface sensible se trouve à une distance $D = 50^{cm}$ du point d'émission des rayons X.

Un fil à plomb tombant de la direction de ce point d'émission permet

de mettre le point O de la boîte sur la verticale passant par ce point. C'est cette verticale qui sera notre axe des Z. Après avoir effectué ce réglage de la position de la plaque sensible sur la table radiographique (ce qui ne demande que quelques secondes), on fait placer le blessé de manière que la région où l'on suppose être le projectile soit à peu près centrée sur le milieu O de la plaque. On a placé d'avance en ce point O, sur le couvercle de la boîte B, une étiquette gommée qui vient se coller d'elle-même sur la peau du blessé lorsque celui-ci applique sur cette boîte la région du corps à radiographier. Cette étiquette marque donc sur le corps un des points O,

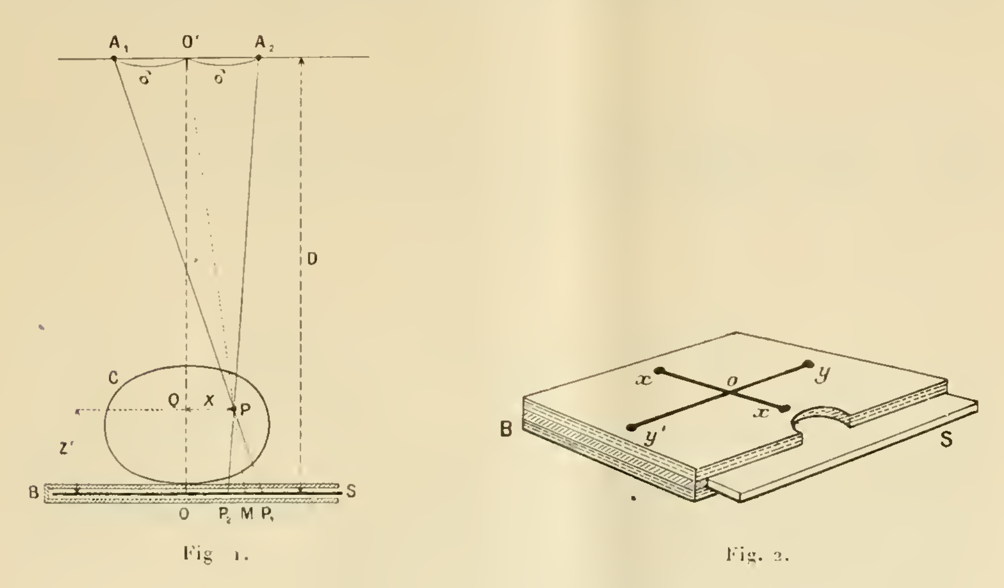


Fig. 1.

Fig. 2.

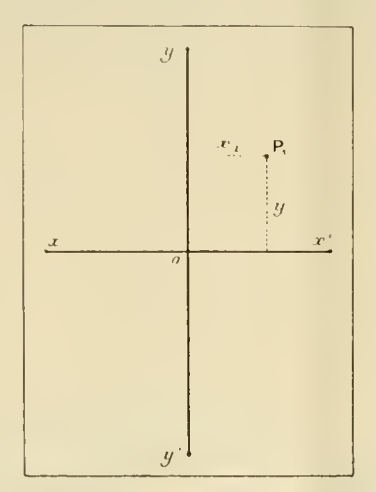
où l'axe des Z le traverse. Le second point d'intersection se trouve au moyen du fil à plomb dont on vient de parler; on le laisse tomber de manière que sa pointe effleure la peau du blessé et l'on marque en ce point, à l'aide du crayon dermographique, une petite croix dont les deux bras sont orientés suivant les directions xx', yy' marquées sur la boîte. C'est le centre de cette petite croix qui va être l'origine O de nos trois axes rectangulaires.

Ceci fait, on déplace l'ampoule parallèlement à la direction xx' d'une certaine quantité δ, de manière qu'elle occupe la position A_1, et l'on prend une première radiographie dans laquelle l'image du projectile se forme en P_1.

On extrait ensuite la plaque sensible impressionnée de la boîte B en recommandant au blessé de ne pas bouger. On la remplace par une nouvelle

plaque non impressionnée et l'on exécute immédiatement une deuxième radiographie après avoir déplacé latéralement l'ampoule en A_2 dans une position symétrique de A_1 par rapport à la position initiale D'. La distance A_1A_2 est donc de 2δ [1]. L'image du projectile se forme alors en P_2 sur cette deuxième épreuve.

Les deux plaques une fois développées à la manière habituelle fournissent deux clichés C_1, C_2 (*fig.* 3), dans lesquels les deux images du projectile se



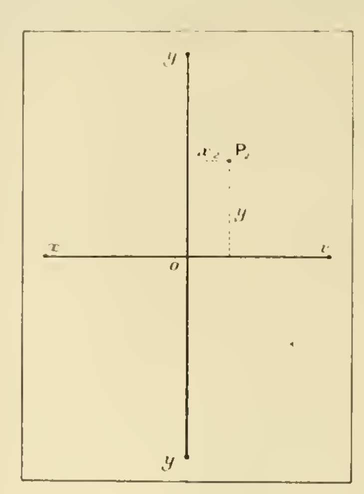


Fig. 3.

trouvent en deux points différents de la plaque.

Les axes xx', yy' étant tracés au crayon sur ces clichés, on mesure à l'aide d'un double-décimètre :

1° La distance x_1 de P_1 à l'axe yy' sur le cliché C_1 ;

2° La distance x_2 de P_2 à l'axe yy' sur le cliché C_2 ;

3° La distance y de P_1 ou de P_2 à l'axe xx' sur l'un ou l'autre cliché (cette distance y est évidemment la même sur les deux clichés).

La profondeur Z' du projectile (comptée à partir de la plaque sensible) se calcule alors très facilement. En effet, les deux triangles semblables de sommet commun P sur la figure 1 donnent immédiatement

$$\frac{Z'}{D - Z'} = \frac{x_2 - x_1}{2\delta},$$

[1] J'adopte, en pratique, pour 2δ la valeur 64^{mm}, qui est l'écartement moyen des yeux, de manière à pouvoir observer les deux clichés dans un stéréoscope approprié, avec le relief exact.

d'où

$$Z' = \frac{D(x_2 - x_1)}{(x_2 - x_1) + 2\delta},$$

ou, avec les valeurs numériques adoptées (exprimées en millimètres),

$$Z' = \frac{500(x_2 - x_1)}{(x_2 - x_1) + 64}.$$

Si l'on veut avoir la profondeur Z comptée à partir du point marqué par le fil à plomb sur la peau, il suffit de mesurer l'épaisseur e du membre entre les deux repères et de retrancher Z' de e :

$$Z = e - Z'.$$

Pour avoir les deux autres coordonnées X et Y du projectile, reportons-nous à nouveau à la figure 1. Les deux triangles semblables O'QP, O'OM donnent

$$\frac{X}{\frac{x_1 + x_2}{2}} = \frac{D - Z'}{D},$$

d'où

$$X = \frac{D - Z'}{D} \cdot \left(\frac{x_1 + x_2}{2}\right) = \frac{(500 - Z')(x_1 + x_2)}{1000}.$$

La valeur de Z' étant connue, celle de X se déduit immédiatement de cette expression.

On aura évidemment Y en fonction de y par la même formule

$$\frac{Y}{y} = \frac{D - Z'}{D},$$

d'où

$$Y = \frac{(D - Z')y}{D} = \frac{(500 - Z')y}{500}.$$

Ces trois coordonnées connues, on marquera sur le corps du blessé par un signe bien net, tel que celui-ci ⊕, le point de coordonnées X et Y. On inscrira à côté la profondeur Z ou Z' suivant qu'on partira de l'un ou de l'autre des deux repères marqués sur le corps et l'on effacera, pour éviter toute erreur, le repère origine O. Le blessé étant amené devant le chirurgien, celui-ci sait qu'il doit attaquer le corps avec son bistouri au point marqué par le signe conventionnel ci-dessus et qu'il trouvera le projectile à la profondeur indiquée par le chiffre inscrit à côté de lui.

Dans la pratique courante, au lieu d'employer les formules ci-dessus, on

consultera un barême calculé d'après ces formules. On aura ainsi, en moins de 5 minutes après l'exécution des clichés, l'emplacement exact du projectile avec l'indication de sa profondeur.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

A contribution to the study of Ophiurans of the United States National Museum, par René Kœhler. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

ASTRONOMIE. — *L'éclipse totale de Soleil du* 21 *août* 1914, *observée par la Commission espagnole à Théodosia* (*Crimée*). Note de M. **Victoriano F. Ascarza.**

La Commission de l'Observatoire de Madrid, envoyée pour observer l'éclipse totale de Soleil, se composait de MM. Ascarza, astronome de l'Observatoire, et des auxiliaires du même établissement, MM. Carrasco et Tinoco.

En outre s'unirent volontairement M. Gosalvez, ingénieur géographe, et Mesdemoiselles Ascarza et Pizana.

L'endroit choisi pour l'observation fut Théodosia, en Crimée (45°3′ et 2″ lat.) et le voyage se fit par mer, embarquant le 23 juillet à Marseille. La déclaration de guerre européenne nous surprit à Constantinople, et, après avoir vaincu toutes sortes de difficultés et de périls, nous parvînmes à Théodosia le 17 août.

Les appareils principaux de l'expédition étaient deux spectrographes, un célostat de Grubb avec deux miroirs plans de 20^{cm} de diamètre et divers instruments complémentaires pour l'installation, observation de contacts, etc.

Un des spectrographes était destiné à enregistrer le spectre de la couche renversante (*Flash spectrum*) de la chromosphère et de la couronne inférieure. Ce spectrographe comptait : (*a*) un réseau Rowland plan, de $7^{cm}.5 \times 5^{cm}$ de superficie rayée, avec 590 traits par centimètre; (*b*) un objectif photographique de 8^{cm} de diamètre et de $1^{m}.20$ de longueur focale; (*c*) une chambre photographique avec châssis pour

plaques de $24^{cm} \times 30^{cm}$, mobiles verticalement au moyen de pignon et crémaillères, pour donner des impressions successives sur la même plaque.

On utilisa le spectre de premier ordre qui donna un écart de 185^{mm} entre les raies C de l'hydrogène et K du calcium.

Le second spectrographe, destiné à enregistrer le spectre de la couronne solaire, se composait : (a) d'une fente de 9^{mm} de longueur avec lentille collimatrice de 42^{mm} d'ouverture et de 16^{cm} de distance focale; (b) d'un prisme de flint de 60° d'angle et de 1,65 d'indice de réfraction; (c) d'une lentille de 60^{mm} de diamètre et 60^{cm} de distance focale, et une chambre photographique aussi avec châssis mobiles. Un objectif de Zeiss, Tessar, de 84^{mm} de diamètre et 30^{cm} de distance du foyer, produisait sur la fente de cet appareil une image de tout le phénomène. Les plaques employées dans ces appareils étaient panchromatiques, les unes de la marque Wratten et Wainwright, et les autres de la marque Ilford, toutes sensibles au rouge, car nous nous proposions d'avancer le plus possible dans cette région du spectre.

En outre du travail avec ces appareils on a pris les contacts, on a dessiné la couronne et l'on a fait d'autres observations. Les appareils arrivèrent sans le moindre dérangement, et ceci, uni aux facilités données à Théodosia, permit de faire rapidement l'installation, quoique le temps fût court et nuageux par moments.

Le jour de l'éclipse le ciel apparut clair, mais vers 11^h il se couvrit de nuages, qui allèrent en augmentant jusqu'à 13^h, et continuèrent jusqu'à 16^h, compromettant l'observation. On ne put prendre le premier contact, mais heureusement une éclaircie du Soleil permit d'observer les second et troisième contacts et la phase totale de l'éclipse; pendant cette totalité un léger nuage passa sur le Soleil.

La durée de la totalité fut estimée à 2 minutes et 5 secondes, cinq de moins que ce qu'avait calculé la Société des Amis de l'Astronomie de Moscou; le premier contact fut en retard de 1 seconde et le troisième en avance de 4, relativement à ces mêmes calculs.

Avec le spectrographe à réseau, on obtint 22 impressions photographiques distribuées en deux séries : une série pour le second contact et une autre pour le troisième.

Quelques-unes des photographies de la première série révèlent une forte absorption produite par ledit petit nuage : ces photographies contiennent le spectre du flash, très abondant en raies; nombreux arcs de lignes chromosphériques et des traces du spectre de la couronne inférieure.

Les anneaux de H et de D sont parfaitement définis et offrent en outre d'intéressantes proéminences sur plusieurs plaques.

L'impression dans le rouge arrive jusqu'au groupe B d'absorption atmosphérique qui apparaît dans plusieurs impressions.

Avec le spectrographe à fente on a obtenu trois photographies; en deux apparaît clairement le spectre continu de la couronne avec quelques raies brillantes peu intenses et d'autres plus fortes d'origine chromosphérique. L'étude et mesure de toutes ces plaques et l'identité de toutes les lignes photographiées ont déjà commencé; on rendra compte du résultat en temps voulu.

La couronne solaire a été dessinée et offre une forme analogue à celle des minima de taches avec radiations polaires un peu plus prononcées.

On a fait aussi l'observation des ombres volantes, de température, de l'obscurité de l'éclipse, etc. qui seront publiées dans un Mémoire qui est en cours d'impression.

ASTRONOMIE. — *Observations physiques faites à Théodosia, pendant l'éclipse totale de Soleil du 21 août 1914.* Note de M. **P. Carrasco**, présentée par M. Bigourdan.

Chargé par M. Iñignez, directeur de l'Observatoire de Madrid (qui m'avait désigné pour faire partie de la Commission espagnole pour l'observation de l'éclipse de Soleil du 21 août dernier), de faire des recherches spectroscopiques sur la couche renversante et la chromosphère, je m'étais proposé de photographier leurs spectres, tout spécialement dans le rouge, le jaune et le vert.

J'avais disposé un spectrographe composé d'un objectif de 8^{cm} d'ouverture et de 120^{cm} de longueur focale, placé en face d'un réseau plan de 7^{cm} de surface rayée, avec 15000 traits par pouce anglais.

Le faisceau solaire était envoyé dans le réseau par un célostat de Grubb. Le spectographe était orienté et incliné sur la verticale de manière à avoir le spectre dans une direction parallèle à la corde des contacts.

Le spectre était sensiblement normal, et comprenait toute la portion λ 6900-3750 U. A., dans le premier ordre, mais était principalement mis au point pour la région la moins réfrangible. J'ai employé des plaques Ilford panchromatiques, et Wratten M'.

Le programme a pu être rempli d'une manière satisfaisante, et j'ai obtenu de bonnes épreuves spectroscopiques de la couche renversante dans les deuxième et troisième contacts.

Les résultats des mesures de ces plaques seront donnés ultérieurement, après un examen plus approfondi; mais j'ai trouvé dans une plaque obtenue

après le deuxième contact une raie coronale dans le rouge, et dont j'ai déterminé la longueur d'onde.

Pour cette épreuve, qui a posé 10 secondes, l'exposition a commencé 13 secondes après le deuxième contact. Elle montre faible le spectre continu de la couronne, les raies chromosphériques H_α, D_3, H_β, ... plus intenses et plus nettes, et une faible raie d'origine coronale, comme l'aspect et la figure semblent l'indiquer.

Les raies chromosphériques sont nettes, courtes et elles montrent un joli groupe de protubérances; la raie coronale trouvée est plus faible, plus longue, d'aspect tout différent. La raie verte coronale est très faible ou absente.

Pour la mesure de position de la raie rouge j'ai pris pour référence les raies H_α, D_3 et H_β, les seules visibles dans cette région du spectre, et j'ai calculé la longueur d'onde par la formule

$$\lambda = a + bn + cn^2.$$

J'ai obtenu pour la longueur d'onde

$$\lambda = 6373,87 \text{ U. A.}$$

Les mesures sont d'une grande précision, car elles donnent l'erreur probable

$$\text{E. P.} = \pm 0,036 \text{ U. A.}$$

Je remercie M. Iñignez pour ses précieux conseils et M. Ascarza pour l'aide bienveillante qu'il m'a prêtée dans les travaux de l'éclipse.

HYDRODYNAMIQUE. — *Conditions générales de l'aptitude aux grandes vitesses d'une carène dans la navigation à l'air libre.* Note [1] de M. **Fournier**, présentée par M. Bertin.

I. Lorsqu'une carène flottant, à l'air libre, se transporte en eau calme avec la vitesse uniforme V, en mètres par seconde, elle y soulève, en l'attaquant horizontalement sous une incidence, qui est maximum à l'extrémité de sa ligne de flottaison, une *vague de translation divergente* suivie d'un train *d'échos* flanquant obliquement des sommets *d'ondes d'oscillations trans-*

[1] Séance du 23 novembre 1914.

versales, dont la longueur commune est $\lambda = \frac{2\pi V^2}{g}$, aux petites vitesses [1]. Cette vague grandit en hauteur en s'étendant, à partir de *l'étrave*, vers l'arrière, le long de la ligne de flottaison, sur cette même longueur λ, *tant qu'elle n'a pas atteint*, à une vitesse critique W_0, le *contour du maître-couple* qui est sa limite, puisque la ligne de flottaison n'y attaque plus la masse liquide que sous une incidence nulle. A cette vitesse W_0, la *distance* L_0, *du maître-couple à l'étrave*, a donc pour mesure une demi-longueur d'onde d'oscillation

$$L_0 = \frac{f_0}{2}\left(\frac{2\pi W_0^2}{g}\right), \tag{1}$$

et la deuxième période, dont elle marque le commencement, est caractérisée par le fait que la vague d'étrave, cessant de s'allonger vers l'arrière le long de la ligne de flotaison, grandit plus, en hauteur, avec la vitesse, en déferlant, et dans une mesure de plus en plus onéreuse pour la force motrice qui l'entretient. Il en est ainsi tant que le premier sommet des ondes transversales n'est pas arrivé, à son tour, dans le sillage, en arrière du plan de flottaison, à la vitesse W_1, en n'y laissant substituer, de *l'extrémité de ce plan au maître-couple*, sur la longueur L_1, que le *premier creux ondulatoire* dont la longueur est donc celle d'une demi-onde d'oscillation,

$$L_1 = \frac{f_1}{2}\left(\frac{2\pi W_1^2}{g}\right). \tag{3}$$

2. A la vitesse W_1 commence une troisième période caractérisée par le fait que le *plan de flottaison*, perdant son horizontalité primitive, *s'incline*

---

[1] J'ai été conduit par la discussion des observations à l'expression

$$\lambda = \frac{2\pi V^2}{g} f,$$

dans laquelle le facteur f dépend du maître-couple défini par sa longueur principale l, sa profondeur p, et sa surface B. En représentant, suivant l'usage, par $\gamma = \frac{B}{lp}$ le coefficient d'obstruction de la surface B, j'ai trouvé que

$$f = \gamma^{\frac{v}{W_2}}\left(\frac{l}{p}\right)^{1-\left(\frac{v}{W_2}\right)^{0,06}}, \tag{2}$$

montrant que f décroît de 1 à γ, pendant que V croît de zéro à la vitesse W_2, *la plus économique* parmi celles qui dépassent W_1.

peu à peu, *la proue en l'air* et *émerge*, en conséquence, de manière à atténuer de plus en plus, et indéfiniment, à mesure que la vitesse augmente, le grossissement progressif en hauteur de la vague d'étrave et ses effets onéreux pour la force motrice.

Cette inclinaison résulte, en effet, de ce que le premier sommet des ondes transversales, en s'éloignant de la *poupe*, dans le sillage, à mesure que la vitesse dépasse davantage W_1, lui permet de s'abaisser le long de son talus antérieur, pendant que la *proue* est au contraire soulevée par la vague d'étrave restant seule, à son contact, en avant du maître-couple. L'effet onéreux de l'entretien de cette vague étant ainsi graduellement atténué se trouve limité, d'abord à un *maximum*, puis réduit à un *minimum relatif* à une dernière vitesse critique W_2, la *plus économique* donc de cette dernière période. J'ai trouvé que cette vitesse W_2 est liée à la précédente W_1 par la relation générale

$$W_2 = W_1 \sqrt{\pi}. \tag{4}$$

3. En somme : *en navigation à l'air libre*, *trois périodes* sont à distinguer dans le régime des effets onéreux de l'entretien des ondes satellites par la force motrice du bâtiment. Dans la *première*, s'étendant entre les vitesses, o et $W_0 = \sqrt{\frac{g}{\pi}\frac{L_0}{f_0}}$, les effets onéreux sont *atténués* économiquement par l'allongement correspondant, *vers l'arrière*, de la vague d'étrave; dans la *seconde*, ils sont au contraire *aggravés progressivement*, jusqu'à la vitesse

$$W_1 = \sqrt{\frac{g}{\pi}\frac{L_1}{f_0}},$$

par le grossissement, excessif en hauteur, de cette vague; enfin dans la *troisième* période, ils sont à *nouveau atténués* par l'inclinaison et l'émersion du plan de flottaison, la proue en l'air, qui diminue le grossissement à mesure que la vitesse augmente.

4. Lorsqu'il s'agit d'approprier les formes usuelles d'une carène aux obligations caractéristiques de son type, définies par l'avant-projet, *en vue de la rendre apte aux grandes vitesses*, la condition primordiale à satisfaire est donc *d'éliminer*, du régime onéreux de l'entretien des ondes satellites à prévoir, *la seconde période*, d'autant plus nuisible à la vitesse que la différence de ses deux vitesses limites, W_0 et W_1, est plus grande et, pour cela, il suffit d'annuler cette différence, $W_1 - W_0 = \sqrt{\frac{gL_1}{\pi f_1}} - \sqrt{\frac{gL_0}{\pi f_0}}$, *en plaçant le*

maître-couple à des distances, L_0 *et* L_1, *des extrémités avant et arrière du plan de flottaison*, *sensiblement égales*, car elles sont dans le rapport $\frac{f_0}{f_1}$, très peu différent de l'unité.

5. *Le maître-couple ayant été ainsi placé*, *la vitesse la plus économique* V_e, parmi celles qui, ne dépassant pas W_1, *conservent* au navire *l'horizontalité de son plan de flottaison*, se distingue par le fait qu'elle amène, sur le contour du maître-couple, le *point le plus bas* (n) du *premier creux ondulatoire*. C'est en effet seulement, grâce à la symétrie, relativement à ce maître-couple, de la *vague d'étrave* et du *premier sommet* des ondes transversales, que l'égalité des charges transversales est établie de part et d'autre : aussi bien sur la portion supérieure de la carène, au-dessus du niveau du point (n), que sur sa portion inférieure se trouvant au-dessous, *en immersion profonde*.

Dans ces conditions, la vitesse V_e est liée à la longueur L du plan de flottaison et aux caractéristiques du maître-couple par l'expression

$$L = f_e \frac{3\pi}{g} V_e^2. \tag{5}$$

Ayant trouvé que la relation

$$\frac{V_e}{W_2} = \frac{1}{3} \tag{6}$$

lie de plus, entre elles, la vitesse la plus économique parmi celles qui sont moindres que W_1, à la vitesse la plus économique parmi celles qui sont plus grandes que W_1, j'ai pu poser

$$f_e = \gamma^{\frac{1}{3}} \left(\frac{l}{p}\right)^{1-\left(\frac{1}{3}\right)^{0,06}}. \tag{7}$$

6. En résumé, les considérations précédentes m'ont conduit à formuler les règles suivantes :

I. Pour *rendre une carène apte aux grandes vitesses, dans la navigation à l'air libre :* 1° éviter, avant tout, de donner à son étrave et à sa poupe des tracés tendant systématiquement à faire *canarder* le navire ; 2° placer son *maître-couple* sensiblement *au milieu du plan de flottaison ;* 3° ne pas lui donner de *partie cylindrique*.

Ces trois conditions essentielles étant supposées remplies, il reste à fixer la longueur L_m de son plan de flottaison, de façon à lui permettre d'atteindre,

le plus économiquement possible, la vitesse maximum V_m qui lui est assignée; mais en tenant compte des obligations de l'avant-projet, relativement aux caractéristiques habituelles des navires du type envisagé.

II. Pour cela, *si l'on a intérêt à conserver au navire en question l'horizontalité de son plan de flottaison* (cas *du navire de haut bord* de guerre et de commerce), on calculera L_m par la formule

$$L_m = \frac{3\pi V_m^2}{g} \gamma^{\frac{1}{3}} \left(\frac{l}{p}\right)^{1-\left(\frac{1}{3}\right)^{0,06}}. \tag{8}$$

III. S'il s'agit, au contraire, *d'un navire léger et rapide de flottille* (cas d'un torpilleur ou d'un contre-torpilleur), types pourvus d'une force motrice assez grande relativement à leur tonnage, pour leur permettre, en dépassant avec leur vitesse maximum V_m leur vitesse critique W_1, de tirer profit de l'inclinaison avantageuse correspondante de leur plan de flottaison, la proue en l'air, on calculera L_m par la formule

$$L_m = \gamma \frac{\pi}{g} V_m^2. \tag{9}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides indène-dicarbonique et hydrindène-dicarbonique.* Note [1] de M. J. BOUGAULT.

J'ai montré récemment [2] que l'éther éthylique de l'acide phénylpyruvique α-cyané pouvait donner l'anhydride phényloxymaléique

$$\begin{array}{l} C^6H^5 - C = COH - CO \\ \qquad\quad\;\; | \qquad\qquad\quad\; | \\ \qquad\quad\; CO \text{———} O \end{array}$$

sous l'action de l'acide sulfurique concentré.

Il était à présumer que l'éther phényloxalacétique

$$\begin{array}{l} C^6H^5 - CH - CO - CO^2C^2H^5 \\ \qquad\qquad | \\ \qquad\quad CO^2C^2H^5 \end{array}$$

conduirait au même résultat. C'est en effet ce que l'expérience a montré.

En appliquant la même réaction à l'homologue supérieur de l'éther phényloxalacétique, c'est-à-dire à l'éther benzyloxalacétique, les résultats

(1) Séance du 23 novembre 1914.

(2) *Comptes rendus*, t. 158, 18 mai 1914, p. 1426.

ont été tout différents. L'acide sulfurique concentré produit seulement une déshydratation et l'on obtient un composé de formule $C^{15}H^{17}O^{4}$.

Il suffit de dissoudre 4g d'éther benzyloxalacétique dans 10cm³ d'acide sulfurique, et de précipiter par l'eau après 48 heures de contact. Le produit obtenu est purifié par cristallisation dans l'éther additionné d'éther de pétrole.

L'étude de ce corps m'a conduit à le considérer comme l'éther diéthylique d'un acide nouveau, l'acide indène-dicarbonique. La réaction qui le fournit peut se représenter par l'équation

$$C^6H^5\langle{}^{CH^2}_{CO.CO^2C^2H^5}\rangle CH.CO^2C^2H^5 - H^2O = C^6H^4\langle{}^{CH^2}_{C.CO^2C^2H^5}\rangle C.CO^2C^2H^5.$$

Cette conclusion est appuyée sur l'analyse élémentaire, sur le dosage de l'alcool dégagé par saponification, et enfin sur le fait que cette saponification donne, outre l'alcool, de l'acide carbonique et un acide connu, l'acide indène-carbonique (1).

L'éther diéthylique de l'acide indène-dicarbonique peut être obtenu en cristaux très volumineux. Il fond à 78° et est très soluble dans l'éther, l'alcool, l'acétone, le benzène; insoluble dans l'éther de pétrole.

Pour obtenir l'acide correspondant, j'ai été obligé d'avoir recours à la saponification acide, la saponification alcaline entraînant la décomposition de l'acide cherché, ainsi qu'il a été dit plus haut. En chauffant, à la température du bain-marie bouillant, l'éther diéthylique en solution acétique légèrement chlorhydrique, on voit se déposer, même à chaud, de petits cristaux incolores qui sont l'acide indène-dicarbonique

$$C^6H^4\langle{}^{CH^2}_{C.CO^2H}\rangle C.CO^2H.$$

Ce nouvel acide est presque insoluble dans l'éther, le benzène, l'acide acétique; il se dissout mieux dans l'alcool et l'acétone. Il se décompose vers 215° avec dégagement de CO^2 et formation d'acide indène-carbonique.

Quand on cherche à l'éthérifier par réaction de l'iodure d'éthyle sur son sel de potassium, on n'obtient que l'éther éthylique de l'acide indène-

(1) PERKIN et REVAY, *Chem. Soc.*, t. LXV, p. 231.

carbonique (point de fusion : 50°)

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CH^2\\ \\ CH\end{matrix}\right\rangle C.CO^2C^2H^5.$$

Mais on peut l'éthérifier en milieu acide, en le chauffant avec de l'alcool chlorhydrique ; on régénère alors l'éther diéthylique (point de fusion : 78°) qui lui a donné naissance.

Hydrogéné par le zinc en liqueur acétique, l'acide indène-dicarbonique donne l'acide hydrindène-dicarbonique

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CH^2\\ \\ CH.CO^2H\end{matrix}\right\rangle CH.CO^2H.$$

Cet acide fond à 222° sans décomposition ; il ne se décompose pas non plus par ébullition de ses solutions alcalines.

Il est plus soluble dans les divers dissolvants que l'acide indène-dicarbonique, tout en restant peu soluble dans l'éther et surtout le benzène; mais l'acétone et l'alcool le dissolvent aisément.

BOTANIQUE. — *Sur le cancer chez les Végétaux.*
Note de M. **René Régamey**, présentée par M. Gaston Bonnier.

La question du cancer chez les Végétaux s'est posée pour la première fois d'une façon bien définie lorsque Erwin Smith a publié ses recherches sur le *Bacterium tumefaciens*, agent d'une maladie cancéreuse chez un certain nombre de Végétaux [1].

Ayant rencontré sur un jeune Chêne du parc de Versailles des tumeurs proliférantes, bien différentes d'aspect des galles d'insectes, j'eus l'idée de les étudier au point de vue bactériologique. La surface de la plus grosse tumeur fut stérilisée par chauffage et des fragments de tissus furent ensemencés en bouillon peptoné-glycériné et cultivés à l'étuve. Après deux jours de culture à 37°, le bouillon contenait de très nombreux vibrions

---

[1] E. Smith, *The structure and development of crown gall : a plant cancer.* Washington, 1912.

mobiles, qu'un passage sur plaques de gélatine a permis d'isoler et d'obtenir en culture pure.

Pour savoir si le vibrion était bien l'agent de la maladie du Chêne j'ai fait une série d'inoculations non seulement sur le Chêne, mais aussi sur la Capucine et sur le Lierre.

Peut-être par suite d'une technique défectueuse, les résultats ont été négatifs pour le Chêne, mais ils ont été positifs pour la Capucine (18 fois sur 20) et pour le Lierre (5 fois sur 6).

J'ai obtenu de cette façon une tumeur primaire au point d'inoculation et des tumeurs secondaires par prolifération de la tumeur primaire.

Voici le compte rendu sommaire de mes expériences sur la Capucine.

L'inoculation est faite à l'aide d'une aiguille de Pravaz, dans une tige d'environ 1^{cm} de diamètre. Sur une plage ovale de 5^{cm} de long, je fais de 10 à 50 piqûres.

Quinze jours après l'inoculation, une tumeur primaire se déclare au lieu même de l'injection. Elle débute par une série de petites excroissances côte à côte qui s'unissent bientôt et forment une tumeur unique écartant tout autour d'elle l'écorce de la tige.

Deux à trois mois plus tard, des tumeurs secondaires apparaissent à l'aisselle des feuilles et sur les feuilles mêmes; elles débutent aussi par un granulomata. Un cordon de cellules altérées relie entre elles les tumeurs à l'intérieur des tiges. La tumeur primaire a bourgeonné de proche en proche et proliféré dans l'intérieur des tissus : la maladie est donc cancéreuse.

Les cultures sur gélatine du vibrion ont l'aspect de petits disques blancs et plats. Le vibrion est courbe, à extrémités légèrement renflées. Il porte un cil sur le côté concave.

Les cultures en bouillon peptoné-glycériné poussent très bien à la température de 37°. Il ne se forme pas d'indol. Le chauffage à 60° pendant 30 minutes tue le microbe.

Il ne se produit pas de formes d'involution dans les cultures, même par addition d'acide dilué, ou de sucre en excès.

Dans les coupes de tumeur, où il est possible de différencier le micro-organisme par les méthodes d'imprégnation à l'or et à l'argent, le parasite se montre toujours intracellulaire et en très petit nombre.

Le *Microspira carcinopæus* est différent du *Bacterium tumefaciens* par la forme, la taille, la présence d'un cil vibratile et par les réactions physiologiques. Le processus de formation des tumeurs secondaires est également différent dans les deux affections.

En résumé, il existe, chez les végétaux, une maladie cancéreuse différente de celle de Smith, spontanée chez le Chêne et inoculable au Lierre et à la Capucine. Elle est produite par une Bactérie que j'ai isolée et cultivée sur milieux artificiels ; ce parasite est intracellulaire dans les tumeurs.

MÉDECINE. — *La biliculture au cours de la fièvre typhoïde.* Note de MM. P. Carnot et B. Weill-Hallé, présentée par M. E. Roux.

Nous avons cherché, aux diverses phases de la fièvre typhoïde, à déceler le bacille typhique, non plus dans le sang ni dans les selles comme avec les méthodes usuelles, mais dans la bile qui constitue, à la fois, une voie d'élimination importante et un bon milieu d'enrichissement pour ce bacille.

Pour recueillir pratiquement la bile de nos malades, nous avons eu recours à deux procédés très simples :

Le premier procédé consiste dans l'ingestion, à jeun, d'huile (150g d'huile d'olive stérilisée, par exemple), qui, d'après la remarque de Boldireff, provoque habituellement une régurgitation pylorique de bile : il suffit de procéder, après une heure environ, à un simple tubage gastrique pour ramener, le plus souvent, un liquide fortement bilieux : par sédimentation, l'huile et le mucus montent à la surface ; le liquide bilieux est alors aspiré au fond du tube et ensemencé suivant les procédés usuels, sur bile de bœuf notamment. La culture, examinée le lendemain, contient en abondance des bacilles très mobiles, qu'on identifie facilement par les procédés de culture et par l'agglutination.

Le second procédé, plus élégant en ce qu'il donne une bile très pure et peu diluée, est, par contre, un peu moins pratique chez les malades fatigués : il consiste dans le tubage direct du duodénum, au moyen d'un mince tube de caoutchouc, d'une longueur de 1m, terminé par un embout de verre : ce tube, simple modification de celui d'Einhorn, est avalé facilement et toléré sans réactions nauséeuses par le malade : généralement, entre la troisième et la quatrième heure, l'embout de verre avalé quitte l'estomac en entraînant son tube, traverse le pylore et passe dans le duodénum : on s'en rend compte facilement puisque l'aspiration, avec une seringue montée à l'autre extrémité du tube, ramène un liquide limpide, d'un beau jaune plus ou moins foncé, manifestement riche en bile, et qui contient aussi du suc pancréatique digérant les plaques de sérum et saponifiant les graisses. Nous avons soin, du reste, pour activer la sécrétion duodéno-pancréaticobiliaire, de faire ingérer au sujet, à diverses reprises, un liquide acide (limonade chlorhydrique par exemple) qui provoque la formation de sécrétine. Pour prouver que l'extrémité du tube plonge bien dans le duodénum et non plus dans l'estomac, il suffit, la bile une fois recueillie, de faire ingérer au sujet quelques gorgées de vin rouge : l'aspiration ne ramène ce liquide coloré que si l'on retire lentement le tube en en faisant remonter l'embout dans l'estomac.

La bile retirée, mise directement à l'étuve ou ensemencée dans d'autres milieux, donne une culture à peu près pure de bacilles typhiques, faciles à identifier. Elle ne se putréfie pas, contrairement à ce qu'on aurait pu croire, et ne contient qu'un très petit nombre de microorganismes dont nous poursuivons actuellement l'étude, qui poussent mal et ne gênent pas l'identification facile du bacille typhique. Ce procédé a, par là-même, un grand avantage sur l'ensemencement des selles, méthode laborieuse, délicate, souvent aléatoire en raison du grand nombre de colibacilles et qui rend fort pénible la recherche systématique du bacille spécifique dans le contenu intestinal des typhiques.

Les résultats fournis par la biliculture aux diverses phases de la fièvre typhoïde seront sommairement indiqués ici : ils feront bientôt l'objet d'un travail clinique plus détaillé, avec M. Dellac.

a. Au début de la fièvre typhoïde, la biliculture donne des résultats un peu plus tardifs, mais beaucoup plus prolongés que ceux fournis par l'hémoculture.

Il semble que, pendant la première phase de la maladie, le bacille typhique circule dans le sang, donnant lieu à une hémoculture positive; ce n'est qu'après cette phase septicémique qu'il s'élimine par la bile, donnant lieu à une biliculture positive, alors qu'il a déjà disparu du sang.

La phase septicémique nous a paru, jusqu'ici, d'autant plus longue que l'infection est plus violente, et la phase d'élimination biliaire nous a semblé, par là-même, plus précoce dans les cas légers que dans les cas sérieux : mais nous n'oserions pas encore donner cette remarque comme une règle pronostique.

Par exemple, un de nos infirmiers militaires, vacciné antérieurement, contracta, dans le service, une fièvre typhoïde, atténuée par la vaccination même et que nous pûmes suivre dès le premier jour. L'hémoculture était positive le deuxième jour; mais les bacilles avaient déjà disparu du sang dès le quatrième jour. Or la biliculture donna des résultats positifs à partir du cinquième jour. La phase septicémique fut donc exceptionnellement courte et, inversement, l'élimination biliaire commença de très bonne heure.

Chez des soldats plus gravement atteints, la phase septicémique s'est prolongée bien davantage et, inversement, l'élimination biliaire n'a commencé que plus tardivement. Par exemple, dans un cas sévère, l'hémoculture étant positive le quatrième jour, la biliculture fut encore négative le septième jour et ne devint positive qu'après cette date : la présence de

bacilles typhiques dans la bile fut constatée les quatorzième et vingt-deuxième jours.

Dans un autre cas, également sérieux, l'hémoculture fut trouvée négative le treizième jour; la biliculture fut trouvée positive les quinzième et vingt-et-unième jours.

L'hémoculture conserve donc sa supériorité pour le diagnostic précoce; mais la biliculture prend toute sa valeur diagnostique, et même pronostique, à partir du jour où l'hémoculture donne des résultats négatifs.

b. Pendant toute l'évolution de la dothiénentérie, la biliculture reste positive. Après disparition de la fièvre, la persistance, en grande quantité tout au moins, de bacilles typhiques dans la bile indique parfois une rechute ou une complication. Nous avons pu, dans un cas, prévoir un retour offensif de l'infection et, dans un autre cas, diagnostiquer une angiocholite avec vésicule biliaire douloureuse. La biliculture a donc, ici encore, son utilité.

c. Mais c'est surtout *pendant la convalescence et après guérison clinique de la fièvre typhoïde*, que la biliculture peut rendre service pour établir la durée de contagiosité de l'infection, pour dépister notamment les porteurs de germe au point de vue prophylactique.

Tandis que l'ensemencement des selles, pratiqué systématiquement chez tous nos convalescents avant leur retour dans le milieu militaire, se montrait une méthode laborieuse et pénible, la biliculture, au contraire, nous a donné des résultats fidèles, faciles à obtenir pour un grand nombre de cas simultanés et avec un pourcentage de cas positifs notablement plus élevé que celui donné par l'examen des selles.

La durée de la contagiosité, démontrée par la persistance de bacilles typhiques dans la bile, est, d'ailleurs, très variable d'un cas à l'autre et ne peut être qu'exceptionnellement prévue cliniquement. Dans certains cas bénins, la biliculture est devenue négative avant le trentième jour; dans les formes sérieuses, elle n'est devenue négative qu'au quarante-cinquième, au cinquante-troisième et au soixante-deuxième jour. Enfin, dans certains de nos cas, elle est restée positive au delà du soixante-huitième, du quatre-vingtième, du quatre-vingt-quatrième jour. Il est d'ailleurs probable que la disparition du bacille typhique dans la bile est beaucoup plus tardive encore puisqu'au cours d'opérations on a trouvé le bacille typhique dans la bile plusieurs années (et même onze ans dans un cas) après la dothienentérie. La biliculture pourra donc proba-

blement donner des résultats intéressants dans certains cas d'angiocholite ou de lithiase biliaire.

Sans se substituer aux excellents procédés de l'agglutination et de l'hémoculture, la biliculture permet donc, d'une part, de faire un diagnostic précis par démonstration du bacille typhique dans la bile, lorsque l'hémoculture est devenue négative ou lorsque le séro-diagnostic est inutilisable (chez les vaccinés notamment). Elle permet surtout de suivre la persistance des germes infectieux chez les convalescents et les porteurs de germe et, par là même, de faire, plus aisément que par ensemencement des selles, une prophylaxie efficace.

C'est pour ces raisons que nous faisons, dès maintenant, connaître les résultats utiles que nous a donnés cette nouvelle méthode, à l'hôpital temporaire de contagieux et au laboratoire de bactériologie du camp retranché d'Épinal.

MÉDECINE. — *L'aisselle glabre, signe prémonitoire de tuberculose pulmonaire, fourni par la croissance, chez l'adolescent des deux sexes.* Note [1] de M. **Paul Godin**, présentée par M. Perrier.

J'ai observé, au cours de mes recherches sur la croissance post-fœtale du corps humain, un certain nombre de cas de retard de la pousse des poils au creux axillaire, soit des deux côtés, soit d'un seul côté, au moment de la puberté, et je l'ai mentionné dans mon premier volume de recherches publié en 1902-1903.

La plupart des adolescents présentant cette particularité firent plus tard de la tuberculose pulmonaire.

Faut-il voir une corrélation entre ces deux ordres de faits? Je le crois.

J'ai pu noter, en effet, 14 cas de tuberculose pulmonaire chez des jeunes gens qui, lors de leur puberté, avaient subi ce retard de la pousse axillaire sur la pousse pubienne.

Ces jeunes gens étaient bien certainement déjà aux prises avec le bacille quand ils ont effectué leur puberté, bien qu'à ce moment rien ne permît de le supposer, car, depuis lors, aucun d'eux ne s'est trouvé exposé à la contagion, tandis qu'auparavant ils avaient tous séjourné plus ou moins longtemps dans des milieux infectés.

---

[1] Séance du 23 novembre 1914

La latence bacillaire, au moment de la puberté, pourrait donc être dénoncée par la persistance de l'état glabre des creux de l'aisselle au delà de P^3, c'est-à-dire au delà du moment de la pousse pubienne auquel correspond le début de la pousse axillaire, A^1.

Je m'explique : si l'on désigne par P^1 l'apparition des poils au pubis, chez le garçon ou chez la fille, qu'on observe de six en six mois et par A^1 l'apparition des poils sous les bras, on se trouve à noter, aux semestres successifs P^0A^0; P^1A^0; P^2A^0; $\mathbf{P}^3$, $\mathbf{A}^1$ et ceci chez l'immense majorité des enfants, ainsi que je l'ai fait ressortir dans mes travaux antérieurs. Ce qui revient à dire que *les premiers poils de l'aisselle se montrent* seulement lorsque *ceux du pubis forment déjà toison*.

Il est à remarquer que l'éclosion pubertaire (apparition des spermatozoïdes chez le garçon, apparition des règles chez la fille) correspond à la notation A^1.

Or il arrive, et c'est là le retard qui nous intéresse, que A^1 n'apparaisse que quand P a atteint la puissance 4 ou même 5; soit P^4A^1 ou P^5A^1. Dès que P^3 aura été franchi sans apparition de A^1, notre attention devra se porter du côté des poumons, qui réclament certainement la défense la plus énergique.

Chez quelques adolescents, le retard se montra d'un seul côté et, chez trois d'entre eux, c'est par le poumon du même côté que débuta la tuberculose.

Ce signe de l'*aisselle glabre* paraît donc, dans certains cas du moins, devoir nous mettre sur la piste d'une tuberculose évoluant assez sourdement pour ne se manifester dans le moment par aucun des signes que fait d'ordinaire ressortir l'examen clinique.

Il est incontestable que la tuberculose peut évoluer dans les poumons d'un adolescent sans provoquer le retard de la pousse des poils du côté des creux axillaires. Mais ne suffirait-il pas que l'*aisselle glabre* nous mît en garde une dizaine de fois sur cent pour que ce signe méritât d'être retenu?

Quel avantage ne s'ensuivrait-il pas pour le jeune homme ou la jeune fille, si le médecin pouvait traiter, dès 15 ans, la tuberculose qui n'éclatera *cliniquement* qu'à 18 ou 20 ans.

Cette période de prétuberculose n'est-elle pas la phase favorable par excellence à l'action thérapeutique! Nos maîtres l'ont dit.

Il est clair que le signe de l'*aisselle glabre* n'échappera jamais au médecin qui suit chaque enfant de semestre en semestre, dans les conditions qu'exige l'observation auxanologique.

HYGIÈNE. — *L'alimentation en eau des armées en campagne.* Note de MM. F. **Bordas** et **Brocq**, présentée par M. J. Carpentier.

L'alimentation des armées en eau potable est un des problèmes hygiéniques les plus difficiles à résoudre d'une façon satisfaisante. Nombreux sont les procédés faisant intervenir soit des appareils spéciaux, soit des produits chimiques pour la filtration ou la stérilisation de l'eau. Dans la pratique et surtout lorsqu'il s'agit d'effectifs considérables, répartis sur des fronts de plusieurs centaines de kilomètres faisant une guerre de siège, la plupart des procédés ci-dessus sont irréalisables.

Si nous posons comme principe fondamental que les troupes ne devront en aucun cas boire d'eau que bouillie il sera nécessaire de leur fournir ce liquide sous une forme comportant en elle-même un contrôle facile et sûr.

Il nous semble que l'exemple de nos amis et alliés les Anglais et les Russes ferait volontiers accepter, à défaut d'autres impérieuses nécessités hygiéniques, le thé en infusion légère. De semblables propositions ont été certainement étudiées par les services compétents, mais leur réalisation a jusqu'ici rencontré d'énormes difficultés d'application.

Examinons donc le problème et voyons d'abord s'il est possible de procurer du thé en quantité suffisante, puis si l'on peut produire économiquement et rapidement de l'eau à 100° et enfin si l'on peut en faire la distribution journellement à chaque soldat.

Sur le premier point l'expérience montre que 12^g ou 15^g de thé noir sont suffisants pour aromatiser un litre d'eau et lui donner une couleur ambrée caractéristique. Si nous admettons le chiffre de 1^l d'infusion par soldat et par 24 heures nous voyons que, pour une armée de 1 million de combattants, on consommera journellement 15000^{kg} de thé, ce qui n'a rien d'excessif. Abordons maintenant la partie la plus délicate du problème : celle de la fabrication et de la distribution des hectolitres d'infusion nécessaire.

Il s'agit bien entendu et surtout d'alimenter les troupes qui sont sur la ligne de feu dans les tranchées et celles immédiatement en arrière qui n'ont en général ni la possibilité ni le loisir de subvenir elles-mêmes à leur alimentation.

Pour fixer les idées et en l'absence de données plus précises pour le moment, supposons que nous ayons à faire et à distribuer le thé à une unité de 10000 hommes, occupant un front de 10^{km} et que nous devons alimenter à raison de 1^l par homme par 24 heures.

Le système de distribution sera le suivant : 50 petits postes, composés chacun d'une barrique de 228^l, seront formés en arrière des lignes, à un endroit accessible aux camions automobiles et à une distance permettant le remplissage des bidons individuels contenant la ration d'une journée.

Ces petits postes sont ravitaillés de la façon suivante : en arrière et vers le centre de la ligne, en un point de croisement de chemins et à une distance pouvant atteindre 10^{km}, sera disposé un poste central composé d'une ou de deux locomobiles comme celles qui sont utilisées dans les fermes et capables de fournir ensemble 200^{kg} de vapeur à l'heure ([1]).

Chacune de ces locomobiles fournira la vapeur à une herse de 10 tuyaux de fer correspondant chacun à la bonde de 10 barriques placées côte à côte sur la plate-forme d'un camion automobile.

Ces barriques, remplies d'eau à 12^l ou 15^l près et ayant reçu par leur bonde un petit sac allongé rempli de la quantité de thé convenable, *seront à la température d'ébullition lorsqu'elles seront pleines, cette opération sera faite en 6 minutes.*

Le camion partira alors immédiatement faire la tournée des petits postes et à chacun d'eux reprendra la barrique vide et la remplacera par la barrique pleine. Sans entrer dans de plus amples détails d'organisation, on conçoit, par ce qui précède, que le problème de l'alimentation en eau stérilisée des troupes en campagne n'est pas insoluble. On pourra, dans certains cas, utiliser les générateurs de vapeur des usines, de locomotives placées sur des voies de garage pour porter l'eau à la température d'ébullition.

Les trains sanitaires, qui sont chauffés par la vapeur de la locomotive, pourraient aussi, grâce à un dispositif très simple, avoir non seulement de l'eau pour la boisson, mais encore une eau chaude et stérilisée pour les soins à donner aux blessés.

Nous ajouterons, en terminant, que le matériel nécessaire existe, il n'est pas à créer, mais seulement à rassembler et à mettre en œuvre pour une utilisation dont l'importance est si grande pour la santé de nos armées.

ZOOLOGIE. — *Sur l'accouplement précoce d'un Oxyure.* Note de **L.-G. Seurat**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les helminthologistes ont insisté depuis longtemps sur la différence de taille existant entre la femelle et le mâle de certains Oxyures; le mâle de beaucoup de ces Nématodes est d'ailleurs souvent resté inconnu en raison de sa petitesse.

([1]) Ces locomobiles brûlent indifféremment du bois ou du charbon de terre.

Schneider (1866) et d'autres auteurs, se basant sur cette disproportion de taille, ont émis l'opinion que l'accouplement était très précoce. L'étude d'un Oxyure trouvé en abondance dans le cæcum du Gundi (*Ctenodactylus gundi* Pallas), auquel nous donnons le nom d'*Oxyuris Hilgerti*, nous permet d'apporter quelque précision à la question.

La femelle adulte de l'*Oxyuris Hilgerti*, bourrée d'œufs arrivés à maturité, mesure 12mm,7 de longueur et une épaisseur maxima de 600µ; la longueur du mâle oscille, au contraire, entre 3mm,8 et 6mm,2. Tout rapprochement entre cette femelle à corps trapu et ce mâle aux formes grêles serait impossible : il n'est réalisé qu'avec les femelles jeunes dont les plus petites que nous ayons observées ont une longueur de 5mm,1.

Ces jeunes femelles, semi-transparentes, sont remarquables par l'évolution peu avancée des glandes génitales : les oviductes et les ovaires sont représentés, à cet âge, par un cordon grêle de 1mm,4 de longueur, translucide, sans granulations de réserve, tandis que les ovaires des femelles arrivées à leur taille définitive ont une longueur de 5mm, sont légèrement renflés en massue et d'une coloration noirâtre, en raison des réserves dont ils sont surchargés. Ces femelles de petite taille, immatures, sont cependant déjà fécondées, comme en témoignent deux réceptacles séminaux énormes (150µ de longueur sur 65µ de largeur), bourrés de spermatozoïdes, très apparents à cause de la coloration foncée que leur donne leur contenu. Les utérus, représentés par deux tubes parallèles de 600µ de longueur, sont entièrement vides. L'ovéjecteur comprend une trompe musculo-épithéliale très allongée (1mm de longueur), dans laquelle se réunissent les utérus et un vestibule caractérisé par l'assise cuticulaire interne qui le revêt; trompe et vestibule sont remarquables par le grand développement de leur enveloppe musculaire externe.

Ces femelles immatures, fécondées, présentent, outre leurs énormes réceptacles séminaux, une autre particularité : l'emplacement de la vulve est occupé par un appendice (de 125µ de longueur) qui flanque la face ventrale du corps à la façon d'un pénis et dans lequel pénètre le vestibule, qui vient déboucher à l'extrémité; cet appendice n'est autre chose, comme nous le verrons plus loin, que le vagin extroversé sitôt après l'accouplement [1].

La presque totalité des centaines de femelles immatures ou adultes d'*Oxyuris Hilgerti*, que j'ai examinées en septembre et octobre (Bou Saâda,

---

[1] Linstow signale une disposition semblable du vagin chez son *Oxyuris evoluta*, mais la raison d'être de cette exstrophie lui a échappé. L'extroversion du vagin existe chez d'autres Nématodes, les *Trichosoma* notamment; nous l'avons observée également chez un Oxyure de l'Écureuil du Maroc (*Xerus getulus* Gessn.).

1914), se sont présentées avec un vagin exstrophié, qui atteste que la copulation a eu lieu, ce que j'ai vérifié d'autre part par l'examen des réceptacles séminaux.

Il en est autrement chez les larves du quatrième stade (2^{mm},7 de longueur) et chez quelques rares femelles (de 7^{mm},2 à 9^{mm} de longueur) : chez celles-ci, on observe la disposition qui est réalisée dans la plupart des Nématodes : la vulve, à lèvre antérieure saillante, donne accès dans un vagin tapissé d'une épaisse cuticule, au fond duquel s'ouvre le vestibule; l'examen des réceptacles séminaux montre que ces femelles n'ont pas été fécondées. Certaines femelles jeunes se présentent enfin avec un vagin encore incomplètement extroversé.

Il résulte des faits énoncés plus haut que la femelle de l'*Oxyuris Hilgerti* est féconde de très bonne heure, immédiatement après la quatrième mue, bien avant la maturité des organes génitaux, alors que ses dimensions (3^{mm} à 5^{mm}) sont les mêmes que celles du mâle; sitôt l'accouplement accompli, le vagin s'extroverse, rendant tout rapprochement ultérieur impossible. La femelle fécondée grandit et acquiert sa taille définitive; à ce moment, les ovaires ont atteint leur complet développement, mais aucun œuf n'est encore parvenu dans la matrice. Les œufs fécondés au passage envahissent ensuite graduellement les utérus; ces derniers se sont allongés considérablement et, chez la femelle parvenue à maturité complète, ils sont bourrés d'œufs, disposés sur quatre à cinq rangées, et occupent presque toute la cavité générale en arrière du bulbe œsophagien, jusqu'au delà de la région anale.

Ce phénomène d'accouplement précoce de la femelle immature, avec accroissement ultérieur et formation des œufs, pour lequel nous proposons le nom de *progamie*, paraît être très fréquent chez les Nématodes : nous l'avons observé chez divers *Tropidocerca* à réceptacles séminaux énormes, chez le *Dispharagus invaginatus* Linst. où, après l'accouplement, la région vulvaire s'invagine à l'intérieur d'un manchon formé par un repli cuticulaire, ce qui empêche tout rapprochement ultérieur. L'exemple le plus curieux est celui du *Maupasina Weissi* Seurat où, sitôt après le coït, la jeune femelle protège sa vulve par la sécrétion d'un anneau cuticulaire noirâtre très apparent.

La progamie n'est d'ailleurs pas spéciale au groupe des Nématodes; on la retrouve chez d'autres animaux, en particulier chez les Copépodes parasites, le *Lernea branchialis* L. notamment. Ce phénomène de l'accouplement précoce est manifestement une conséquence de la vie parasitaire.

PARASITOLOGIE. — *Contribution à l'étude d'un* Oospora *pathogène nouveau,* Oospora bronchialis *n. sp.* Note [1] de MM. **A. Sartory** et **Ph. Lasseur**, présentée par M. Guignard.

Note attention ayant été appelée sur le rôle des *Oospora* en pathologie, nous avons systématiquement recherché ces parasites dans les affections les plus diverses de la bouche et de l'appareil respiratoire.

Le 10 août 1914 entrait, à l'hôpital militaire de Nancy, un homme de 34 ans qui se plaignait de toux et d'essoufflement. Le 25 août, une modification assez brusque s'est produite : la toux et l'expectoration ont augmenté; le malade a maigri, dans l'espace d'un mois, de 8^{kg}. Les forces ont progressivement diminué jusqu'à rendre tout travail impossible. L'haleine était fétide; une odeur désagréable se répandait autour du lit. L'expectoration qui exhalait, comme l'haleine, une odeur putride, était abondante et constituée par un liquide légèrement spumeux, tenant en suspension de très petits grumeaux d'un blanc jaunâtre. Il n'y avait pas de sang dans ces crachats dont l'examen bactériologique décelait de petits filaments mycéliens légèrement ramifiés, parfois ondulés, prenant la forme d'un S ou dessinant le début d'une spirale assez régulière.

Isolement du parasite. — Nous avons pu isoler le parasite par la méthode des plaques sur milieu maltosé gélatiné-gélosé.

Pour avoir une idée exacte de la structure du champignon, il est indispensable de le cultiver en goutte pendante dans du bouillon maltosé, à une température de $+37°$.

Dans ces conditions, on constate, au bout de 24 heures, l'allongement des filaments mycéliens qui forment des lignes brisées, dont chaque angle est occupé par un espace clair. Ces filaments ont une largeur de $0^{\mu},4$ à $0^{\mu},5$. Leur longueur est variable; elle peut atteindre 2^{mm}. Les filaments sont immobiles, *enchevêtrés les uns dans les autres.* Ils portent des ramifications latérales assez régulièrement distribuées. Ces ramifications naissent sur les côtés du filament principal sous forme d'un petit mamelon arrondi à son extrémité, qui grandit et donne un prolongement cylindrique, identique au précédent. Les appareils conidiens prennent naissance à l'extrémité libre d'un filament, qui s'allonge et se renfle de façon à constituer une petite massue dont la base se sépare de la tige-mère par une cloison. Le même phénomène se reproduisant à plusieurs reprises, il en résulte une série de conidies disposées les unes derrière les autres de façon à former une chaînette. Au début, les conidies ont la forme d'un petit tonnelet; elles s'arrondissent ensuite. Ainsi constituées, ces chaînettes sont assez fra-

---

[1] Séance du 23 novembre 1914.

giles; elles se détachent et se brisent facilement. Le nombre des conidies est très variable et peut atteindre 15 à 20. Les plus grosses conidies mesurent $0^{\mu},6$. Ces caractères sont ceux d'un champignon du genre *Oospora* Wallroth. Sur les autres milieux usuels employés en bactériologie (bouillon ordinaire, liquide de Raulin, carotte, pomme de terre, banane, etc.) le parasite ne végète pas. L'addition de maltose à ces milieux provoque le développement de l'*Oospora*.

Pouvoir pathogène du champignon. — Ce champignon est pathogène pour le cobaye et pour le lapin. L'autopsie révèle toujours, chez les animaux inoculés, une pleurésie purulente bilatérale, des fausses membranes encapuchonnant les poumons. Chez un des lapins inoculés (avec 5^{cm^3} de culture) on rencontra une masse volumineuse, dure, formée d'une coque épaisse circonscrivant une cavité pleine de pus. Ce pus contenait en abondance le mycélium caractéristique du champignon infecté.

En résumé, les troubles morbides ci-dessus signalés ont été causés par le parasitisme d'une mucédinée appartenant au genre *Oospora* Wallroth : il s'agit donc d'un nouveau cas d'oosporose pulmonaire. Le champignon isolé paraît se rapprocher de l'*Oospora pulmonalis* Roger et Sartory; il en diffère toutefois, par certains caractères morphologiques et biologiques, que nous ne pouvons développer dans cette Note. Ces différences nous paraissent justifier la création de l'espèce nouvelle *Oospora bronchialis*, dont la diagnose botanique sera précisée dans une prochaine publication.

Ajoutons, au point de vue du pronostic de l'affection, que le malade, soumis pendant deux mois au traitement classique par l'iodure de potassium, a vu son état s'améliorer notablement et que tout fait prévoir une guérison prochaine.

GÉOLOGIE. — *Sur la position systématique des couches de minerai de fer dans l'Ordovicien inférieur de la région de Châteaubriant.* Note (1) de M. F. **Kerforne**.

L'Ordovicien inférieur de la région de Châteaubriant et du sud de Rennes, désigné dans son ensemble sous le nom de *Grès armoricain*, peut être divisé en trois niveaux lithologiquement distincts et constants; ce sont de bas en haut :

1° *Grès armoricain inférieur*, généralement quartzeux et en gros bancs. On y trouve des *Cruziana*, des *Tigillites*, de rares *Lamellibranches* et *Dinobolus Brimonti* Rou. Épaisseur moyenne : 200^m à 250^m.

2° *Schistes intermédiaires*, en général noirs, feuilletés, ressemblant aux schistes à Calymmènes; ils contiennent des bancs gréseux intercalés et

(1) Séance du 23 novembre 1914.

plus ou moins nombreux, surtout vers leur base. Le seul fossile trouvé jusqu'à présent est *Lingula Lesueuri* Rox. Épaisseur moyenne : 100^m à 120^m.

3° *Grès armoricain supérieur* en bancs généralement moins épais et souvent psammitiques. Ils contiennent : *Cruziana*, *Tigillites*, *Vexillum*, *Lingula Lesueuri* Rox., *Ogygia armoricana* Trom. Leb., *Myocaris lutraria* Salt., etc., et une riche faune de *Lamellibranches*. Épaisseur moyenne : 150^m; elle s'atténue vers l'Est.

Au-dessus viennent les schistes à Calymmènes de l'Ordovicien moyen avec *Didymograptus Murchisoni* Beck, *Calymmene Tristani* Br., etc.

La méconnaissance de ces subdivisions a été cause d'erreurs cartographiques dans les contours et de nombreux insuccès dans les recherches de minerai de fer, aussi bien que d'appréciations erronées de la tectonique.

Les couches de minerai de fer reconnues jusqu'à ce jour sont interstratifiées dans le *Grès armoricain inférieur* et non pas, par conséquent, près du contact des schistes à Calymmènes.

Il y en a deux principales que je désignerai par les lettres T (toit) et M (mur).

La couche T est située dans les grès, à quelques mètres au-dessous des schistes intermédiaires.

La couche M est située à une distance d'une cinquantaine de mètres au mur de la première.

A une centaine de mètres au mur de M existe, surtout à l'est de Châteaubriant, une troisième couche, M^2; enfin, encore plus au mur, on peut en rencontrer une quatrième, M^3, mais qui est le plus souvent sans intérêt industriel.

Cette Note est le résultat de mes recherches personnelles depuis plusieurs années et de ma collaboration depuis 4 ans aux travaux de recherches en Bretagne de diverses sociétés.

Ces conclusions s'appuient sur les indications fournies par les travaux de surface, les sondages, puits et galeries, faits sur un très grand nombre de points par ces sociétés.

A 16 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 17 heures.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 DÉCEMBRE 1914.

PRÉSIDENCE DE M. P. APPELL.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ARITHMÉTIQUE. — *Sur une propriété des progressions arithmétiques.* Note [1] de M. **Haton de la Goupillière**.

1. Dans une précédente Communication [2], j'ai cherché les conditions moyennant lesquelles la répartition en groupes successifs d'une progression arithmétique fournit, comme sommes de ces diverses tranches, les cubes des termes d'une seconde progression, *dérivée* de cette *génératrice*. Il est naturel de se demander si cette propriété est susceptible de s'étendre à des degrés supérieurs au troisième.

Pour le savoir, exprimons, non plus comme dans le cas précédent par une fonction linéaire $p+nq$, mais à l'aide d'un polynome en n de degré indéterminé k, le nombre t_n des termes du $n^{\text{ième}}$ segment; et appelons T_n celui que renferme l'ensemble des n premières tranches. Nous obtiendrons la valeur du dernier d'entre eux en ajoutant au premier a, $T_n - 1$ fois la raison r; d'où l'expression $a+(T_n-1)r$, ou $rT_n+(a-r)$. Le terme final de l'avant-dernière tranche s'en déduit par le changement de n en $n-1$; et si nous lui ajoutons encore r, nous passons de là au premier de la $n^{\text{ième}}$ tranche : $rT_{n-1}+a$. Nous pouvons du reste en faire disparaître l'indice $n-1$ à l'aide de l'identité $T_{n-1}=T_n-t_n$, ce qui donne $r(T_n-t_n)+a$, et enfin, pour la somme s_n de ces deux extrêmes,

$$s_n = r(2T_n - t_n) + (2a - r). \tag{1}$$

---

[1] Séance du 30 novembre 1914.

[2] *Comptes rendus* du 23 novembre 1914, p. 705.

Nous savons du reste que le total S_n de la $n^{\text{ième}}$ tranche a comme valeur le produit

$$(2) \qquad S_n = \frac{s_n}{2} t_n.$$

2. La somme T_n des polynomes *numériques* $t_1, t_2, t_3, \ldots, t_n$ s'obtient en remplaçant dans le polynome *algébrique* t_n chacune des puissances n^i par la somme Σ_i des puissances i des divers entiers de 1 à n. Rappelons à cet égard la formule classique qui relie ces sommes les unes aux autres pour les valeurs successives de i :

$$(3) \quad \Sigma_i = \frac{(n+1)^{i+1}-1}{i+1} - \frac{i}{2}\Sigma_{i-1} - \frac{i(i-1)}{2.3}\Sigma_{i-2} - \frac{i(i-1)(i-2)}{2.3.4}\Sigma_{i-3} - \ldots.$$

On voit que T_n, qui renferme Σ_k, sera du degré $k+1$, ainsi que $s_n(1)$; et par conséquent $S_n(2)$ du degré $2k+1$. La question consiste donc à obtenir que cette dernière fonction devienne une puissance exacte, d'exposant $2k+1$, du $n^{\text{ième}}$ terme de la progression dérivée; laquelle nous reste d'ailleurs inconnue. Nous en prendrons le terme général sous la forme simplifiée $n+x$; en appliquant par la pensée aux diverses égalités où figureront les polynomes t_n, s_n, S_n supposés ordonnés par rapport aux puissances décroissantes de n, des multiplicateurs capables d'en réduire à l'unité le premier coefficient; de tels facteurs *numériques* n'exerçant, comme on l'a vu dans notre première étude, aucune influence sur la phase algébrique de cette analyse, mais seulement dans la partie arithmétique qui en est le complément.

Pour que S_n ait ainsi toutes ses racines égales, il faut qu'il en soit de même dans l'un et l'autre de ses deux facteurs (2), et avec une seule racine des trois fonctions. Les deux dernières t_n et s_n doivent donc prendre les formes respectives $(n+x)^k$ et $(n+x)^{k+1}$. De là cette condition : le sectionnement de la progression génératrice s'opérera d'après une puissance exacte d'une fonction linéaire du rang de la tranche. Tout autre polynome régulateur est à écarter.

Je développe en conséquence t_n, ou $(n+x)^k$, d'après la formule du binome de Newton, et de suite j'effectue sa transformation en T_n par la substitution des Σ_i aux divers n^i :

$$(4) \quad T_n = \Sigma_k + \frac{kx}{1}\Sigma_{k-1} + \frac{k(k-1)x^2}{1.2}\Sigma_{k-2} + \frac{k(k-1)(k-2)x^3}{1.2.3}\Sigma_{k-3} + \ldots.$$

3. Je m'attacherai uniquement pour le moment aux trois puissances

supérieures n^{k+1}, n^k, n^{k-1}. J'omettrai par suite expressément d'écrire tout le reste à partir de n^{k-2} et de Σ_{k-3}. Il nous vient ainsi, en faisant successivement dans l'égalité (3) $i = k-2$, $k-1$ et k,

$$\Sigma_{k-2} = \frac{n^{k-1}}{k-1} + \ldots,$$

$$\Sigma_{k-1} = \frac{(n+1)^k}{k} - \frac{k-1}{2}\Sigma_{k-2} = (n+1)^{k-1}\left(\frac{n+1}{k} - \frac{1}{2}\right) + \ldots,$$

$$\begin{aligned}\Sigma_k &= \frac{(n+1)^{k+1}}{k+1} - \frac{k}{2}\Sigma_{k-1} - \frac{k(k-1)}{6}\Sigma_{k-2}\\ &= (n+1)^{k-1}\left[\frac{(n+1)^2}{k+1} - \left(\frac{n+1}{2} - \frac{k}{4}\right) - \frac{k}{6}\right] + \ldots\\ &= \frac{1}{k+1}\left[n^{k-1} + (k-1)n^{k-2} + \frac{(k-1)(k-2)}{2}n^{k-3} + \ldots\right]\\ &\quad\times\left[n^2 + \frac{3-k}{2}n + \frac{k^2-5k+6}{12}\right] + \ldots\end{aligned}$$

et enfin

$$\Sigma_k = \frac{n^{k+1}}{k+1} + \frac{n^k}{2} + \frac{k}{12}n^{k-1} + \ldots. \tag{5}$$

Tel devient le développement (3), quand on l'ordonne suivant les puissances de n, en se limitant aux trois plus élevées [1].

---

[1] Cette relation présente un caractère assez original, qui pourrait prêter au danger d'inexactitude si elle était employée sans précaution.

Elle est extensible et peut acquérir autant de termes qu'on voudra, si l'on prend pour le calcul tout autre point de départ que Σ_{k-2} que nous y avons affecté ci-dessus. Or en le choisissant n'importe où dans la suite (3), nous agissons comme si elle se poursuivait dans notre pensée *librement et indéfiniment*. Cela se peut, en effet, tant que k reste absolument indéterminé. Mais au moment où il s'agirait au contraire d'effectuer une application de l'expression (5) avec une valeur numérique déterminée de l'exposant, les choses changent. La série (3), dont dérive son autorité, ne possède plus alors qu'un nombre de termes *limité*, déterminé par ce choix. Si donc nous avons pris comme point de départ du calcul précédent (qui reste indépendant de toutes les applications qu'on en voudra faire par la suite) un Σ assez avancé pour que le nombre de termes qu'il nous a procurés une fois pour toutes dans la suite (5) dépasse celui que doit posséder effectivement l'application demandée, le résultat de cette seconde opération sera faussé par l'adjonction abusive d'une partie parasite qui n'a pas d'existence dans la circonstance, ce Σ originaire n'en ayant plus alors lui-même dans la série (3).

Par exemple, le *trinome* (5) (dû à l'emploi du point de départ Σ_{k-2}), nous donne, pour $k = 0$,

$$\Sigma_0 = n + \frac{1}{2},$$

4. Nous en déduisons, pour l'expression (4) de T_n,

$$T_n = \left(\frac{n^{k+1}}{k+1} + \frac{n^k}{2} + \frac{k}{12} n^{k-1}\right) + kx\left(\frac{n^k}{k} + \frac{n^{k-1}}{2}\right) + \frac{k(k-1)}{2} x^2 \frac{n^{k-1}}{k-1} + \ldots,$$

$$2T_n = \frac{2}{k+1} n^{k+1} + (2x+1)n^k + k\left(x^2 + x + \frac{1}{6}\right)n^{k-1} + \ldots,$$

et, d'après la valeur de t_n :

$$t_n = (n+x)^k = n^k + kxn^{k-1} + \ldots,$$

$$2T_n - t_n = \frac{2}{k+1} n^{k+1} + 2xn^k + k\left(x^2 + \frac{1}{6}\right)n^{k-1} + \ldots,$$

$$(6) \qquad \frac{k+1}{2r} s_n = n^{k+1} + (k+1)xn^k + \frac{(k+1)k}{2}\left(x^2 + \frac{1}{6}\right)x^{k-1} + \ldots.$$

C'est cette expression (1) de $s_n\left(\text{sauf le coefficient } \frac{k+1}{2r}\right)$ qu'il s'agit d'identifier avec le développement de $(n+x)^{k+1}$ fourni par une seconde application de la formule de Newton à cette nouvelle puissance.

5. *A priori* nous pouvons concevoir pour cette opération des espérances assez étendues. Nous disposons en effet de quatre indéterminées x, k, a, r, ce qui semble théoriquement devoir permettre d'identifier quatre couples de termes (en sus du premier n^{k+1}, que nous avons préparé de manière à le trouver le même dans les deux développements). Ce nombre risque même de s'accroître encore, s'il vient à se produire spontanément certaines

---

au lieu de n; et pour $k=1$,

$$\Sigma_1 = \frac{n^2}{2} + \frac{n}{2} + \frac{1}{12},$$

au lieu de $\frac{n(n+1)}{2}$. Tout au contraire, il nous fournit exactement les trois termes de

$$\Sigma_2 = \frac{n^3}{3} + \frac{n^2}{2} + \frac{n}{6}.$$

Et, en effet, Σ_{k-2} correspond, dans les deux premiers cas, à des Σ_{-2} et Σ_{-1} qui n'existent pas dans (3), tandis que le Σ_0 du dernier cas reste admissible.

Il faut, d'une manière générale, quelle que soit l'étendue qu'on a donnée une fois pour toutes à la formule fondamentale (5), ne faire, pour chaque application effective, que *puiser partiellement* dans sa partie supérieure le nombre de termes qui est spécifique du Σ demandé, en rejetant comme parasite ce que rend illusoire, dans le cas actuel, le choix du point de départ qui avait été adopté. Le résultat est alors parfaitement juste. C'est ce qui arrive pour Σ_0 si nous n'empruntons à la relation (5) que son premier terme, et pour Σ_1 quand nous nous limitons aux deux premiers.

identités (et nous en rencontrerons en effet). On peut donc se croire fondé à compter sur un minimum de cinq termes pour la puissance $(n+x)^{k+1}$, ce qui permettrait d'atteindre au moins la valeur $k=3$, en réalisant ainsi l'extension au second et au troisième degré, sinon plus, pour la segmentation t_n, avec des sommations S_n du cinquième et du septième. Mais abordons la réalité des faits.

Il est remarquable, en même temps que favorable, de constater dès l'abord l'identité spontanée des seconds monomes $(k+1)xn^k$, sans qu'il soit nécessaire, pour la réaliser, de disposer d'aucune de nos arbitraires, qui conservent ainsi leur indépendance.

Mais les choses changent dès le troisième terme. Son coefficient, qui est x^2 dans la formule de Newton, a dans l'expression (6) la valeur $x^2+\frac{1}{6}$, ce qui refuse toute efficacité au choix de n'importe quelle valeur de x pour les égaler l'un à l'autre.

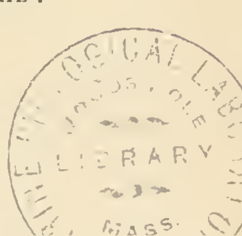
Notre seule ressource est d'obtenir que cette troisième expression devienne le terme *constant* du développement; car alors le binome $2a-r$, qui figure dans cette partie de la valeur (1) de s_n, viendra concourir à son identification. Seulement cela exige l'annulation de l'exposant $k-1$; et cette valeur $k=1$ nous amène à cette conclusion, bien différente des visées précédentes, que la propriété qui nous occupe ne s'étend pas au delà du premier degré pour le sectionnement des tranches et du cube pour leur sommation.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** fait savoir à l'Académie qu'il a nommé, sur la proposition de l'Académie, Membres du *Conseil de Perfectionnement de l'École Polytechnique*, pour la durée des hostilités, MM. H. Le Chatelier et H. Léauté.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Plusieurs Chapitres, publiés à part, du Volume III des *Tables annuelles de constantes et données numériques*, publiées sous la direction de Ch. Marie :



A. *Spectroscopie*. Préface de M. H. Deslandres.

B. *Électricité, Magnétisme. Conductibilité des électrolytes. Forces électromotrices*. Préface de M. Maurice Leblanc.

C. *Électronique, Ionisation, Radioactivité*.

E. *Biologie*. Préface de M. le Dr E. Roux. Introduction de M. Delezenne.

F. *Art de l'Ingénieur. Métallurgie*. Préface de M. A. Mesnager.

(Présenté par M. P. Appell.)

ASTRONOMIE. — *Observations de l'éclipse de Soleil du 21 août 1914, faites à Strömsund (Suède), par la Mission de l'Observatoire de Meudon* (1). Note de MM. **J. Bosler** et **H.-G. Block**, présentée par M. H. Deslandres.

Nous nous proposions principalement, au cours de cette mission, d'obtenir par la photographie le spectre de la Couronne dans tout le domaine visible y compris le rouge et, si possible, de recueillir quelques indications sur sa vitesse de rotation. Nous avions, en outre, cru intéressant d'étudier la répartition de la lumière coronale selon sa couleur autour du disque éclipsé, au moyen de photographies directes à travers des écrans appropriés. Cette seconde partie photométrique de notre travail sera seulement mentionnée ici : elle fera l'objet d'un mémoire spécial.

Notre station était située près de Strömsund, bourg de 1000 habitants de la province de Jämtland, dans une clairière entourée de sapins, à quelques mètres de la voie ferrée. Les appareils employés ont été :

1° Un grand spectroscope à trois prismes de flint très dispersifs, que l'un de nous avait pu faire construire grâce à une subvention du fonds Bonaparte. L'appareil était surtout destiné à la région visible du spectre pour laquelle ses objectifs avaient été achromatisés : leur distance focale, identique pour le collimateur et la chambre, est de 72^{cm}. La déviation est de 180° pour la raie H_β et la longueur du spectre de $6^{cm},4$ entre λ 656 et λ 518;

2° Un second spectroscope analogue, appartenant à M. Deslandres, à trois prismes également, mais approprié à l'étude des radiations photographiques ordinaires. La distance focale du collimateur était de 53^{cm}, celle de la chambre de 49^{cm};

3° Une chambre photographique directe de $0^m,65$ de foyer, qui fut utilisée pour les recherches photométriques sur la couronne, dont nous avons déjà parlé.

(1) Voir la Note de M. Deslandres du 16 novembre 1914, p. 669.

Ces trois appareils étaient montés côte à côte avec une lunette de pointage sur une table équatoriale à mouvement d'horlogerie, reposant ellemême sur un pilier de béton construit d'avance à l'emplacement choisi. En avant de la fente de chaque spectroscope était disposé un petit objectif de projection : les images solaires avaient toutes deux $2^{mm},6$ de diamètre. Les fentes, parallèles au mouvement diurne, faisaient avec l'équateur solaire un angle d'environ 18°.

Nous avons été favorisés le jour de l'éclipse par un temps splendide, d'autant mieux accueilli qu'il succédait à des journées fort mauvaises. L'aspect de la couronne fut intermédiaire entre ceux du maximum et du minimum des taches : la direction de l'axe solaire apparaissait nettement. Malgré la transparence du ciel, l'obscurité ne fut pas très grande.

En dehors des photographies directes avec écran, nous avons obtenu deux clichés spectroscopiques, posés tous deux la presque totalité du temps disponible (soit 2 minutes). Les plaques employées ont été, pour le premier spectroscope, une Lumière Σ orthochromatisée sur place dans un bain de pinacyanol, de pinaverdol et d'homocol, et pour le second appareil une plaque Lumière Violette. La lumière diffuse du ciel a fourni les spectres de comparaison [1].

Trois faits principaux, fort nets tous trois, ressortent de l'examen de ces clichés :

1° *Le spectre continu de la couronne est d'une parfaite régularité :* il s'étend sans interruption — à part la raie rouge signalée plus bas — de λ 685 à λ 395. Ce spectre est tout à fait analogue à celui du bec Auer : pas plus que ce dernier, il ne paraît présenter de cannelures ni d'irrégularités d'aucune sorte [2]. Les raies de Fraunhofer n'y sont pas visibles;

2° *La célèbre raie verte du coronium λ 530 est entièrement absente :* à la place qu'elle devrait occuper, le spectre continu coronal ne présente aucun renforcement appréciable;

---

[1] Aussitôt après l'éclipse, on poussa devant chaque fente un diaphragme permettant d'obtenir au milieu, en haut et en bas de chaque cliché, trois spectres simultanés de la lumière du ciel. La pose a été de 5 minutes pour le premier spectroscope, de 2 minutes 30 secondes pour le deuxième; 10 minutes séparèrent la fin de la totalité du milieu de chaque pose. Ces temps de pose, fixés d'avance par un calcul approché (car le jour restait fort affaibli) se sont trouvés suffisamment exacts.

[2] A part, bien entendu, les légers défauts que laissent voir toutes les plaques photographiques.

3° *Par contre, on voit apparaître dans le rouge une raie brillante nouvelle fort intense :* c'est la seule de tout le spectre coronal. Cette raie n'a, croyons-nous, pas encore été observée ni dans la Couronne, ni dans la Chromosphère : sa longueur d'onde approchée est 6374, 5 Å (à 0,2 Å près) et ne semble correspondre à aucun corps connu. Son caractère proprement coronal ressort de ce qu'elle s'élève à la même hauteur que le spectre continu lui-même (soit 3′ environ) et cela sur les deux bords opposés du Soleil. De plus, comme il arrive souvent, le spectre de l'un de ceux-ci montre (outre $\lambda 6374$) quelques raies protubérantielles ou chromosphériques [1]; l'autre bord, au contraire, ne renferme absolument que la raie nouvelle tranchant sur le fond continu. Cette dernière peut donc fournir une valeur de la vitesse de rotation du gaz correspondant : nous comptons donner prochainement les résultats de cette mesure que la courbure des raies spectrales rend particulièrement délicate.

Nous ne saurions, bien entendu, sans attendre d'autres éclipses, tirer des faits qui précèdent des conclusions trop catégoriques. Il semble pourtant bien que la disparition du constituant gazeux le plus habituel de la couronne solaire — déjà constatée aux *minima* de 1878 et de 1900 — s'accompagne de la production d'un nouvel élément (ou, à défaut, d'un changement dans les conditions physiques) en relation probable avec le cycle undécennal des taches. Le phénomène actuel peut être rapproché de celui signalé en 1900 par M. de la Baume-Pluvinel [2]. La raie verte $\lambda 530$, sans avoir complètement disparu, n'était visible que d'un seul côté du Soleil et en compagnie d'autres raies chromosphériques; par contre, on apercevait dans le violet une raie nouvelle plus caractérisée, $\lambda 3987$, de même éclat aux bords est et ouest, et qui semblait ainsi appartenir seule à la Couronne [3]. Cette radiation resta invisible au maximum de 1905 où $\lambda 530$ reparut, en revanche, fort nettement.

On n'ignore pas enfin que de toutes les interprétations du spectre

---

(1) Notamment celles de l'hydrogène H_α, H_β, H_γ, H_δ, H_ε; la raie D_3 de l'hélium; le groupe *b* du magnésium; $\lambda 423$ et quelques autres plus faibles dans le bleu et le violet.

(2) *Comptes rendus*, t. 182, 1901, p. 1259.

(3) Du moins dans le spectre visible, car d'autres raies ultraviolettes furent observées à la même éclipse. (Voir Deslandres, *Comptes rendus*, t. 130, 1910, p. 1691.) — Nous devons ajouter que la raie $\lambda 3987$ est *peut-être* perceptible sur notre cliché, aux deux bords bien entendu.

coronal, une des plus sérieuses est celle du professeur R.-W. Wood [1] qui le rattache aux phénomènes de fluorescence. Appuyée de nombreuses et belles expériences, fortifiée par l'étude polariscopique des éclipses, cette idée, assurément fort vraisemblable, a réuni beaucoup de partisans. Mais les spectres de fluorescence sont généralement cannelés : l'observation de Sir Norman Lockyer, qui vit celui de la Couronne sous cet aspect en 1882 [2], semblait mettre sur le compte d'une dispersion insuffisante l'apparence continue habituelle, et lever ainsi l'objection. La dispersion employée par nous, triple de celle de sir N. Lockyer (un seul prisme) ne paraît cependant pas autoriser sans de sérieuses réserves une semblable conclusion.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la dissociation électrolytique de l'acétylène et de ses dérivés métalliques.* Note [3] de M. M. **Skossarewsky**, présentée par M. Georges Lemoine.

Je me suis proposé de reprendre systématiquement l'étude de la dissociation électrolytique de l'acétylène et de ses dérivés métalliques [4]. L'insolubilité de certains acétylénures dans l'eau et l'hydrolyse pratiquement complète des autres rend impossible ou très difficile l'étude de leurs solutions aqueuses. J'ai donc choisi comme dissolvant l'ammoniac liquide, qui dissout les acétylénures alcalins sans les décomposer; des essais préliminaires m'ont montré que les solutions de l'acétylène dans l'ammoniac liquide sont conductrices et que celles de son dérivé monosodé le sont à un degré beaucoup plus élevé, conformément aux prévisions de la théorie, qui attribue à l'acétylène un caractère faiblement acide.

L'étude systématique a porté sur les points suivants : 1° variations de la conductibilité moléculaire de l'acétylène en fonction de la concentration; 2° coefficient thermique de la conductibilité; 3° électrolyse du produit monosodé de l'acétylène et étude des produits de cette électrolyse.

Les mesures de conductibilité ont été faites dans une cuve de forme un

---

(1) *Astrophysical Journal*, t. XXVIII, 1908, p. 75.

(2) *The Chemistry of the Sun*, 1887, p. 365. A noter que 1882 fut une année voisine d'un *maximum* de l'activité solaire.

(3) Séance du 30 novembre 1914.

(4) La bibliographie du sujet sera indiquée dans un Mémoire détaillé. Consulter entre autres : Bredig et Usoff, *Zeitschr. für Electrochemie*, t. III, 1896. — J. Bilitzer, *Monatshefte*, t. XXIII, 1902.

peu spéciale, de 10^{cm^3} environ de capacité, permettant de mesurer le volume de la solution à quelques centièmes de centimètre cube près.

Pour les mesures à 0°, la cuve était placée dans un thermostat à double enceinte, rempli de glace, obtenue par congélation d'eau distillée; la température y restait, pendant des heures entières, constante à $\frac{1}{50}$ de degré près. Pour les mesures à $-45°$, la cuve était placée dans un cryostat de construction spéciale, qui sera décrit ultérieurement. La température y était maintenue constante dans les limites de 0°,1-0°,2.

L'ammoniac à l'état de pureté était obtenu en distillant sur le sodium l'ammoniac liquide du commerce, suivant la méthode de Franklin et Kraus [1]. On obtenait facilement ainsi de l'ammoniac liquide d'une conductibilité spécifique $K = 2.10^{-8}$.

L'acétylène était préparé à partir du carbure de calcium commercial. Il subissait une purification chimique minutieuse, suivie d'une distillation fractionnée dans le vide. On obtient par ce moyen un gaz parfaitement pur.

Il était introduit dans la cuve, à chaque expérience, et mesuré par la méthode du volumètre, souvent décrite dans les travaux du laboratoire de Chimie théorique de l'Université de Genève.

De la discussion des causes d'erreur il résulte que les conductibilités moléculaires étaient déterminées à 1-1,5 pour 100 près.

Dans les Tableaux ci-dessous, V représente le volume (exprimé en litres) de la solution contenant 1 g-mol d'acétylène, μ la conductibilité moléculaire, k la conductibilité spécifique, c le coefficient thermique de la conductibilité.

Conductibilités.

V.	μ à $-45°$.	V.	μ à 0°.
1,08	0,00185	»	»
1,96	0,00219	2,05	0,00564
3,16	0,00267	3,26	0,00721
10,18	0,00620	10,69	0,00956
17,51	0,00567	18,69	0,01540
25,51	0,00997	»	»

Coefficient thermique de la conductibilité.

V.	$k.10^6$ à $-45°$.	$k.10^6$ à 0°.	c.
1,96	1,116	2,748	0,0188
3,16	0,866	2,192	0,0193
17,51	0,324	0,824	0,0194

[1] *Amer. Chem. Journ.*, t. XXIII, 1900.

Quelques mesures de la conductibilité moléculaire du dérivé monosodé de l'acétylène, C^2HNa, ont démontré qu'aux concentrations moyennes celle-ci est du même ordre de grandeur que celle de l'acétate de soude en solution aqueuse, ce qui a permis d'opérer assez facilement l'électrolyse de C^2HNa, dans l'appareil qui avait servi à l'étude de la conductibilité. Ces essais, jusqu'à présent qualitatifs, ont conduit à quelques résultats intéressants : avec un accumulateur comme source de courant, le potentiel de décomposition n'est pas encore atteint; avec deux accumulateurs, l'électrolyse a lieu avec dégagement de Na métallique à la cathode et de produits assez complexes à l'anode. Une partie au moins de ces produits est gazeuse à — 45°, — 50°.

Après quelques minutes d'électrolyse, les électrodes sont nettement polarisées. La force électromotrice de polarisation était égale à 2,71 volts.

Si l'on continue l'électrolyse le Na métallique, dissous dans l'ammoniac, diffuse jusqu'à l'anode, la dépolarise et, en vertu de sa conductibilité métallique, forme une espèce de court circuit à l'intérieur de la cuve; on voit la polarisation diminuer et l'intensité du courant augmenter simultanément avec la cessation du dégagement de produits gazeux.

Une partie de ces produits a été recueillie; on y a constaté la présence d'une certaine quantité d'hydrocarbures acétyléniques et éthyléniques.

La complexité des produits formés à l'anode exige une étude plus détaillée, qui est poursuivie actuellement.

Résumé. — 1° La dissociation électrolytique de l'acétylène et de son dérivé monosodé en solution dans NH^3 liquide est démontrée par des mesures de conductibilité.

2° La dissociation de l'acétylène augmente avec la dilution de la solution.

3° Le coefficient thermique de la conductibilité spécifique est trouvé égal à environ 2 pour 100 par dégré et presque indépendant de la concentration.

4° L'électrolyse du dérivé monosodé de l'acétylène a été effectuée et a fourni des produits dont l'étude est poursuivie.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transposition moléculaire dans la série du cyclohexane; passage à la série du cyclopentane.* Note de M. Tiffeneau, présentée par M. Armand Gautier.

On sait que, sous l'action du nitrate d'argent, les iodhydrines de glycols α perdent facilement HI en donnant des composés aldéhydiques ou cétoniques possédant leur

oxygène fonctionnel à l'endroit même où se trouvait l'oxhydrile alcoolique de l'iodhydrine.

Dans certains cas, suivant qu'il s'agit d'iodhydrines de la série cyclique ou de la série aliphatique, ces réactions peuvent être accompagnées de transpositions moléculaires. En série aliphatique, où cette étude a été effectuée sur quelques iodhydrines non substituées [1], il n'y a jamais de transposition, mais simple migration d'hydrogène. En série cyclique, c'est seulement lorsque l'atome d'halogène est en position β par rapport au noyau aromatique qu'on peut observer des phénomènes de transposition : il y a alors migration de ce noyau (transposition phénylique). Dans tous les autres cas, la réaction consiste, comme en série aliphatique, en une simple migration d'hydrogène sans transposition moléculaire. J'ai été ainsi conduit à admettre que, dans les cas de transposition, l'élimination de HI des iodhydrines s'effectue intégralement au niveau de l'atome de carbone de la fonction halogénée, et non aux dépens des hydrogènes voisins, par une sorte de dissociation éthylidénique analogue à celles maintes fois signalées par Nef dans diverses séries. On pourrait même admettre à la rigueur que cette dissociation éthylidénique, lorsqu'elle est possible, se produit dans tous les cas, mais que le plus souvent elle ne fait que provoquer une simple migration des hydrogènes voisins :

$$R-CHOH-CHI-R' \rightarrow R-C(OH)=CH-R' \rightarrow R-CO-CH^2-R';$$

ce serait seulement lorsque le carbone halogéné est en β par rapport à un noyau aromatique que l'hydrogène voisin deviendrait résistant, rendant alors nécessaire une migration du groupe aromatique

$$Ar-CHOH-CHI-R \rightarrow CHOH-C(Ar)-R \rightarrow CHO-CH(Ar)-R.$$

L'étude des iodhydrines de la série hydrocyclique m'a montré que ce n'est pas seulement dans les conditions ci-dessus que peut se manifester la résistance des hydrogènes avec transposition moléculaire. J'ai observé en effet qu'en soumettant l'iodhydrine du cyclohexanediol à l'action de l'azotate d'argent on obtient l'aldéhyde cyclopentane-carbonique [2]

$$\begin{matrix} CH^2 & CHI \\ CH^2\langle & \rangle CHOH \\ CH^2 & CH^2 \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} CH^2 & C=CHOH \\ CH^2\langle & \rfloor \\ CH^2 & CH^2 \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} CH^2 & CH-CHO \\ CH^2\langle & \rfloor \\ CH^2 & CH^2 \end{matrix}$$

Il y a donc eu, consécutivement à l'élimination de HI, ouverture de la

---

(1) De Rességuier, *Bull. Soc. chim. France*, 4e série, t. XV, p. 175-186.

(2) Tiffeneau, Communication préliminaire, *Bull. Soc. chim. France*, 4e série, t. XV, p. 79-80.

chaîne cyclique (trait pointillé), puis fermeture sur un nouvel atome de carbone; on réalise ainsi le passage de la série du cyclohexane à celle du cyclopentane. Cette rupture de la chaîne cyclique ne saurait être expliquée que par une résistance particulière des hydrogènes les rendant inaptes à émigrer sur le carbone devenu éthylidénique, celui-ci ne pouvant alors se saturer que par une transposition moléculaire.

Une réaction analogue a été signalée récemment [1]: le diméthyl-1.1-cyclohexanol-2, quoique possédant deux hydrogènes libres sur le carbone voisin de la fonction alcool, se déshydrate en partie d'après le schéma suivant :

$$
\begin{array}{ccc}
CH^2 & \text{—} & CH-OH \\
CH^2\langle & & \rangle C\langle^{CH^3}_{CH^3} \\
CH^2 & \text{—} & CH^2
\end{array}
\longrightarrow
\begin{array}{ccc}
CH^2 & \text{—} & C=C\langle^{CH^3}_{CH^3} \\
CH^2\langle & & | \\
CH^2 & \text{—} & CH^2
\end{array}
$$

Dans cette réaction, c'est la structure pinacolique du diméthylcyclohexanol qui intervient pour déterminer la résistance des hydrogènes du CH^2 intéressé; en effet, le cyclohexanol et ses homologues, qui ne sont pas des composés pinacoliques, se déshydratent normalement en donnant les carbures correspondants (Sabatier) sans transposition moléculaire. Dans le cas présent de l'iodhydrine du cyclohexanediol, c'est la fonction alcool, au voisinage du carbone halogéné, qui joue ce rôle; supprime-t-on cette fonction, la réaction transpositrice n'a plus lieu. J'ai constaté, en effet, que l'iodure de cyclohexyle, traité par le nitrate d'argent, se transforme simplement en cyclohexène [2] et non en méthylcyclopentane.

Étude des homologues et structure des iodhydrines. — L'iodhydrine dérivée du paraméthylcyclohexène est transformée par NO^3Ag en aldéhyde métaméthylcyclopentane-carbonique. La position méta a été démontrée par identification de l'acide d'oxydation avec un acide *m*-méthylcyclopentane-carbonique synthétique [3] qui m'a été obligeamment envoyé par le professeur Zelinsky, de Pétrograd. La position de l'oxygène fonctionnel dans l'aldéhyde ci-dessus permet d'assigner à l'iodhydrine initiale la structure (I); une iodhydrine telle que (II) aurait en effet fourni l'aldéhyde orthométhylcyclopentane-carbonique :

$$
(I)\quad CH^3-CH\langle
\begin{array}{ccc}
CH^2 & \text{—} & CHI \\
 & & \\
CH^2 & \text{—} & CH^2
\end{array}
\rangle CHOH
\qquad\qquad
(II)\quad CH^3-CH\langle
\begin{array}{ccc}
CH^2 & \text{—} & CHOH \\
 & & \\
CH^2 & \text{—} & CH^2
\end{array}
\rangle CHI
$$

(1) MEERWEIN, *Liebig's Annalen der Chemie*, t. 405, 1914, p. 142-147.

(2) Il y a en même temps formation de nitrate de cyclohexyle.

(3) ZELINSKY, *D. chem. Ges.*, t. XXXV, p. 2690; même amide fusible à 148°.

Mes essais pour préparer cette iodhydrine (II) ont échoué; notamment, dans l'action de HI sur l'oxyde de paraméthylcyclohexène, j'ai obtenu l'iodhydrine (I) génératrice de l'oxyde et non l'iodhydrine (II) cherchée.

Les iodhydrines dérivées du métaméthylcyclohexène et de l'orthométhylcyclohexène m'ont fourni respectivement l'aldéhyde méthylcyclopentane-carbonique 1.1 et l'acétylcyclopentane.

Parmi les autres composés cycliques (cycloheptane, cyclopentane), je n'ai examiné que l'iodhydrine dérivée du cyclopentène; l'azotate d'argent a transformé celle-ci en oxyde d'éthylène correspondant, mais il ne s'est pas formé d'aldéhyde.

Mécanisme de la réaction. — La structure de l'iodhydrine dérivée du paraméthylcyclohexène (I) confirme le mécanisme que j'ai formulé plus haut pour la transformation de l'iodhydrine du cyclohexane-diol en aldéhyde cyclopentanecarbonique. On trouvera, dans la Note ci-après de M. Le Brazidec, un autre exemple du mode d'élimination de HI par dissociation éthylidénique; mais, dans ce cas, la migration phénylique suffit pour assurer la saturation du carbone éthylidénique; dès lors la rupture du noyau devient inutile et il n'y a pas passage à la série du cyclopentane.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transposition moléculaire dans la série du phénylcyclohexane : migration phénylique sans passage à la série du cyclopentane.* Note de M. MARCEL LE BRAZIDEC, présentée par M. Armand Gautier.

Dans la série des iodhydrines dérivées du phénylcyclohexane, on peut, consécutivement à l'élimination éthylidénique de HI, prévoir deux ordres de transpositions moléculaires : l'une, avec migration phénylique, conduirait à la phénylcyclohexanone

$$C^6H^5-C_{OH}\left\langle\begin{matrix}CH \quad CH^2\\ \\ CH^2 \quad CH^2\end{matrix}\right\rangle CH^2 \xrightarrow{HI} CO\left\langle\begin{matrix}C^6H^5-CH \quad CH^2\\ \\ CH^2 \quad CH^2\end{matrix}\right\rangle CH^2$$

l'autre, avec rupture de la chaîne cyclique et migration du tronçon vers un nouvel atome de carbone, conduirait au benzoylcyclopentane, conformément aux résultats obtenus par M. Tiffeneau dans la série du cyclohexane

(voir la Note précédente) :

$$C^6H^5-C\langle^{OH}_{}\ (CHI-CH^2-CH^2-CH^2-CH^2) \xrightarrow{-HI} C^6H^5-CO-CH\ (CH^2-CH^2-CH^2-CH^2)$$

L'étude que j'ai faite de l'iodhydrine du phénylcyclohexène m'a montré que c'est seulement la première de ces réactions qui se produit à l'exclusion de la seconde. La phénylcyclohexanone ainsi obtenue fond à 63° (Semicarbazone F. 196°); son oxydation permanganique fournit l'acide δ-benzoylvalérique fusible à 78° (Semicarbazone F. 183°) ([1]).

Démonstration de la transposition moléculaire. — La structure symétrique du cyclohexane fait que la réaction ci-dessus n'est nullement démonstrative d'une transposition. Aussi, l'ai-je appliquée également à un homologue méthylé en para : à l'iodhydrine dérivée du *para*-phénylméthyl-cyclohexène; celle-ci a été transformée par l'azotate d'argent en *méta*-phénylméthylcyclohexanone cristallisant en aiguilles fusibles à 64° (semicarbazone F. 219°)

$$C^6H^5-C\langle^{OH}\ (CHI-CH^2-CH(CH^3)-CH^2-CH^2) \xrightarrow{-HI} CO\langle\ (CH(C^6H^5)-CH^2-CH(CH^3)-CH^2-CH^2)$$

On voit que, par rapport au méthyle fixe, le phényle a réellement émigré de la position para à la position méta : il y a donc bien eu transposition moléculaire.

Cette nouvelle position du groupe phényle est démontrée par deux oxydations successives : l'une, permanganique, conduit à l'acide δ-benzoyl-γ-méthylvalérique $C^6H^5-CO-CH^2-CH(CH^3)-CH^2-CH^2-CO^2H$ fusible à 55° (Semicarbazone F. 215°); l'autre, chromique, scinde ce dernier en acide benzoïque et en acide α-méthylglutarique, fusible à 77°.

Isolement des alcools vinyliques intermédiairement formés. — Dans les deux réactions ci-dessus, j'ai pu, à côté des phénylcyclohexanones for-

---

([1]) BAUER, *Comptes rendus*, t. 155, p. 288

mulées plus haut, isoler les alcools vinyliques correspondants:

$$
\text{(I)}\quad
\begin{array}{ccc}
C^6H^5-C & & CH^2 \\
C \begin{smallmatrix} / \! / \\ OH \end{smallmatrix} & & CH^2 \\
CH^2 & & CH^2
\end{array}
\qquad\qquad
\text{(II)}\quad
\begin{array}{ccc}
C^6H^5-C & & CH^2 \\
C \begin{smallmatrix} / \! / \\ OH \end{smallmatrix} & & CH-CH^3 \\
CH^2 & & CH^2
\end{array}
$$

Le phényl-2-cyclohexénol-1.1 (I) cristallise en aiguilles fusibles à 94°; il est faiblement soluble dans l'eau [1] (3 pour 100 à chaud; 0,80 pour 100 à froid) et très soluble dans les solvants organiques; il fournit un dérivé acétylé fusible à 114°. Le phényl-2-méthyl-4-cyclohexénol-1.1 (II) fond à 120°; il est très faiblement soluble dans l'eau (1 pour 100 à chaud; 0,23 pour 100 à froid).

Par chauffage avec les acides dilués, ces deux alcools s'isomérisent en cétones correspondantes, identifiées avec celles décrites plus haut; par contre, le passage inverse de ces cétones aux acétates vinyliques, par ébullition avec l'anhydride acétique, n'a pas été possible. Ces alcools vinyliques sont donc incontestablement les produits intermédiaires de la réaction transpositrice qui engendre les phénylcyclohexanones. D'ailleurs la structure de ces alcools vinyliques a été, comme celle des cétones correspondantes, établie par voie d'oxydation. On peut dès lors affirmer que la migration phénylique a précédé la formation des vinyliques et que cette migration ne se produit pas secondairement au cours de l'isomérisation des vinyliques en cétones.

La transposition phénylique que j'ai observée peut donc se schématiser de la façon suivante :

$$
\begin{array}{l}
\quad\quad\quad\quad / CHI- \\
C^6H^5-COH \\
\quad\quad\quad\quad \backslash CH^2-
\end{array}
\xrightarrow{-HI}
\begin{array}{l}
/\!/ C(C^6H^5)- \\
COH \\
\backslash CH^2-
\end{array}
\longrightarrow
\begin{array}{l}
/ CH(C^6H^5)- \\
CO \\
\backslash CH^2-
\end{array}
$$

Ainsi se trouve confirmé expérimentalement le mécanisme proposé par M. Tiffeneau [2] pour les transpositions phényliques des iodhydrines aromatiques de formule générale $Ar - C(OH)(CH^2R) - CHI - R$.

En résumé, dans la série du phénylcyclohexane, l'élimination éthyli-

---

[1] Conformément aux idées émises par Ch. Richet (*C. R. Soc. Biologie*, juillet 1893), la très légère solubilité de ces vinyliques dans l'eau leur communique des propriétés hypnotiques manifestes.

[2] *Bull. Soc. chim. France*, 4e série, t. I, p. 1210-1212.

dénique de HI dans les iodhydrines de glycols ne provoque qu'une seule rupture carbonée, celle du groupe phényle (migration phénylique), et il semble bien permis de conclure, d'une façon générale, qu'un processus unique de dissociation ne peut orienter la réaction que dans un sens unique.

MINÉRALOGIE. — *Sur les minerais d'urane de Fiadanana (Madagascar).* Note de M. C. GROSSMANN.

Parmi les nombreux gisements de minerais d'urane que j'ai eu l'occasion de visiter et d'étudier à Madagascar, il en est un surtout, situé à Fiadanana, province de l'Itasy, district de Soavinandriana, qui a attiré plus particulièrement mon attention à cause de la diversité des espèces de minerai qu'il contient et aussi à cause des hautes teneurs en oxyde d'urane que certains de ces minerais accusent et que j'ai pu constater par de nombreuses analyses.

D'après son aspect extérieur, le minerai rappelle l'euxénite; sa teneur en U^3O^8 varie de 12 à 40 pour 100; le minerai correspondant à cette dernière teneur possède une radioactivité sensiblement double de celle de l'oxyde noir d'urane pur, que j'avais utilisé comme étalon pour la comparaison des radioactivités à l'électroscope à feuille d'aluminium. Au fur et à mesure que la teneur en oxyde d'urane s'élève, la couleur de la cassure du minerai passe du noir brillant au vert absolument pur; toutefois il reste au centre du minerai un noyau qui paraît ne pas changer sensiblement de couleur.

Ce minerai à forte teneur en oxyde d'urane se trouve dans un état d'hydratation plus avancé que le minerai à basse teneur, qui n'est presque pas hydraté. Il est également très localisé dans le gisement.

Reste à déterminer si cette haute teneur en oxyde d'urane et cette forte radioactivité sont dues uniquement à une concentration de ces éléments par hydratation, ou bien si nous nous trouvons en présence d'une nouvelle espèce minérale, qui semble présenter une source importante pour l'extraction du radium. Je me propose, à mon retour en Europe, d'entreprendre une étude détaillée des différents minerais de ce gisement.

GÉOLOGIE. — *Sur quelques conséquences de la présence de lames cristallines dans le soubassement de la zone du Niesen (Préalpes suisses).* Note de M. **Maurice Lugeon**, présentée par M. H. Douvillé.

Dans une Note antérieure [1], j'ai signalé la présence à la base de la zone du Flysch du Niesen, de lames cristallines constituées par des schistes de Casanna, accompagnés de la série complète du Trias, pour l'une des lames. J'ai pu ainsi établir que la longue zone du Niesen n'était que le front de la nappe du Grand Saint-Bernard.

Une série de conséquences, déjà prévues en partie, découlent de cette découverte :

1. L'extension du Flysch du Niesen n'est pas limitée à la seule chaîne du Niesen. Il est connu bien au delà, tant vers les Alpes françaises que du côté des Alpes suisses.

En France, on le connaît à Châtillon dans le Chablais, à la base des lambeaux triaso-liasiques des Annes et de Sullens. Les Aiguilles d'Arve, avec leur longue traînée tertiaire, ne seraient point la sortie au jour des nappes simploniques, comme l'a supposé Boussac dans son célèbre ouvrage *Sur le Nummulitique alpin ;* ce Flysch appartiendrait encore à la nappe du Grand Saint-Bernard. Les nappes simploniques s'éteindraient peu à peu en direction de la Suisse vers la France.

En Suisse, le Flysch du Niesen, ainsi que l'ont montré Buxtorf et Boussac, s'étend du lac de Thoune au lac des Quatre-Cantons en formant les immenses masses de Schlieren, de près de 1000^m de puissance. Plus loin encore, ce Flysch spécial est signalé par Arnold Heim sous les nappes glaronnaises, puis par Paulke, dans l'Engadine, sous les nappes des Alpes orientales (Bundnerdecke). Tout cet ensemble, que Beck a défini par l'expression impropre de *nappe du Niesen-Habkern*, ne constitue probablement que le front de la nappe du Grand Saint-Bernard, mais peut-être que la nappe de la Dent-Blanche y participe également. Quoi qu'il en soit, la nappe du Grand Saint-Bernard se présente bien comme l'élément tectonique le plus formidable de toutes les Alpes occidentales.

2. Il nous paraît qu'on peut maintenant établir avec certitude le dérou-

---

[1] *Comptes rendus*, 16 novembre 1914.

lement des nappes préalpines (nappes lépontines de Suess), puisque nous connaissons la racine de trois d'entre elles.

Nappe rhétique......................	Zone du Canavèse
Nappe de la Brèche..................	Nappe VI ou nappe de la Dent-Blanche
Nappe des Préalpes médianes..........	Zone du Canavèse
Nappe du Niesen.....................	Nappe IV ou nappe du Grand Saint-Bernard
Nappe des Préalpes internes et externes.	Nappe du mont Bonvin et racines au nord de Sion

Nous sommes ainsi amenés à admettre que la nappe des Préalpes médianes a dû *encapuchonner* la nappe de la Brèche, ce que nous paraît démontrer la présence de Crétacique rouge à faciès des Préalpes médianes, dans le Flysch qui surmonte la brèche à la Pointe-de-Granges, dans le Chablais.

3. Dans la coupe de la route de Gsteig, on remarque que la brèche de base du Flysch repose directement sur un banc calcaire très peu épais que nous attribuons au Lias, sans autre preuve que sa superposition aux schistes verts du Trias supérieur. Cette brèche de base, nous la retrouvons en plusieurs points, en particulier sur les hauteurs qui dominent le Pillon non loin de Gsteig, près du hameau des Diablerets, dans la vallée des Ormonts. Nulle part, en ces points, nous n'en voyons le substratum originel, car elle repose alors, par charriage, sur des terrains liasiques des nappes des Préalpes internes. Il en est de même à Aigremont, dans la vallée des Ormonts, à Châtillon en Haute-Savoie. *Partout la brèche à blocs exotiques est à la base ou dans les couches inférieures de la puissante série du Flysch, et nous savons maintenant, par la coupe de Gsteig, que c'est bien la base originelle des vastes épaisseurs de Flysch, la base stratigraphique.*

Or, à Aigremont, tout comme à Châtillon, des cailloux de Barrémien ont été trouvés dans les éléments de ces brèches à gros blocs exotiques. Le Flysch ne peut donc tout au plus commencer qu'avec le Crétacique supérieur; on ne saurait ainsi voir en lui une série compréhensive allant vers le bas au delà du Crétacique moyen.

Or la nappe du Grand Saint-Bernard repose sur les schistes lustrés et est recouverte par les mêmes schistes dont l'âge jurassique, probablement liasique, ne peut être contesté. Puisque le Flysch, à Gsteig, repose tantôt sur un calcaire peut-être liasique, tantôt directement sur le Trias, et cela stratigraphiquement, il découle de ce fait que *dans la nappe du Grand Saint-Bernard, tout au moins dans le Valais, il y avait des points où le Flysch*

devait toucher directement le Trias ou les schistes de Casanna. Une série compréhensive allant du Trias à l'Éocène ne pouvait donc exister.

J'ai longtemps caressé cette hypothèse d'une vaste série compréhensive dans le géosynclinal alpin. Aujourd'hui les faits nouveaux de Gsteig m'obligent à adopter l'idée des géologues qui admettaient, mais sans preuves péremptoires, qu'une lacune considérable devait exister dans la série sédimentaire du fond du géosynclinal alpin.

Une autre preuve peut, du reste, être apportée : *tous les éléments cristallins de la brèche de base de Gsteig appartiennent aux schistes de Casanna.* Or si la sédimentation avait été continue, le Flysch ne saurait contenir des blocs extraits de la base cristalline de la série compréhensive. Il y a eu certainement érosion et cette érosion implique l'idée de lacunes.

4. Il reste dans la géologie alpine une question à laquelle il n'a pas été répondu d'une manière satisfaisante, c'est celle de l'origine des blocs exotiques. Or on peut voir, par la coupe de Gsteig, et en d'autres points de la zone du Flysch du Niesen, que la brèche grossière à blocs exotiques se concentre dans la partie inférieure de ce Flysch et que cette partie basse correspond à la base originelle du dépôt du Flysch. Il n'y a plus de blocs exotiques dans les couches élevées du Flysch du Niesen, mais seulement des brèches dont les éléments n'ont pas une grandeur anormale.

Or, si à Gsteig, les éléments cristallins déjà fort gros appartiennent tous aux schistes de Casanna, c'est-à-dire ont une origine purement *locale*, non loin de là, dans les hauteurs qui dominent le Pillon, apparaissent de gros blocs de granit dont l'origine locale semble aussi s'imposer. Ainsi, dans le cas particulier, *la brèche à blocs exotiques ne serait qu'une formation de transgression.*

Il est à remarquer, et le phénomène est bien visible dans les Ormonts, que les brèches à blocs exotiques forment des traînées au milieu de grès souvent très fins, présentant parfois des rides de fond indiquant une faible profondeur des eaux. Ces traînées de bloc font l'impression d'écroulements sous-marins. Les blocs exotiques indiqueraient ainsi le rivage momentané d'une mer envahissante.

C'est là une hypothèse et nous sommes loin de penser qu'elle seule puisse expliquer tous les gisements de blocs exotiques. Dans les Ormonts tout au moins, les brèches à blocs exotiques de la zone du Niesen ne sont pas accompagnés par des sédiments d'allure bathiale, ce qui est presque général, comme Jean Boussac l'a fait judicieusement remarquer. C'est la

raison pour laquelle l'hypothèse que nous formulons ne doit pas être généralisée.

BOTANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'altération dite « piqûre » des toiles de tente et des toiles à voile.* Note de M. Fernand Guéguen, présentée par M. Guignard.

Les tissus de toile exposés aux intempéries, et notamment les toiles de tentes et les voiles de navires, deviennent promptement le siège d'une altération bien connue (*piqûre*) caractérisée par l'apparition, à leur surface, de nombreux points et taches noirâtres, ou même de duvets foncés plus ou moins étendus. Le tissu piqué perd vite sa résistance, et parfois, au bout de quelques mois, se déchire au moindre effort.

L'étude de très nombreux échantillons de diverses provenances (vieilles voiles, morceaux de tentes expédiés de Casablanca, Rabat, Meknès, par les soins de l'Intendance militaire) m'a permis de préciser les causes de cette altération et d'en indiquer le remède; les circonstances me font un devoir de résumer dès à présent l'état actuel de mes recherches.

La piqûre est causée par le développement, au sein du tissu, de moisissures diverses, parmi lesquelles les *Pleospora infectoria* Fuck. et *Pl. herbarum* (Pers) Rab. m'ont paru, surtout la première, jouer le rôle le plus important. A côté de ces Ascomycètes, qu'on y trouve surtout à l'état conidien (*Pl. infectoria = Alternaria tenuis; Pl. herbarum = Macrosporium commune*), on rencontre parfois diverses Mucédinées (*Rhinocladium*, *Helminthosporium*, etc.).

Les filaments de ces moisissures, et notamment ceux des *Pleospora*, pénètrent la toile en tous sens, rampant non seulement à la surface du tissu et entre les fils qui constituent la trame, mais encore s'appliquant étroitement à la surface des fibres textiles et y pénétrant par les ponctuations de la paroi. Le mycélium croît ainsi dans le lumen des éléments, à la faveur des restes de protoplasme qui en tapissent la cavité. La dislocation de la fibre se produit sous l'action des ferments sécrétés par le Champignon, et accessoirement par la distension que provoque la croissance des masses toruleuses résultant de la pullulation des hyphes à l'intérieur de la fibre.

La piqûre semble n'être presque jamais due à la contamination accidentelle du tissu. Elle est causée par le développement, sous l'influence de la chaleur humide, des filaments de moisissure préexistant dans la toile neuve. L'examen d'échantillons commerciaux de provenances les plus diverses m'a démontré, en effet, que presque tous portaient en eux le germe de la piqûre. On peut s'en convaincre non seulement par le microscope, mais aussi par le procédé suivant, d'une application très générale. Des tubes

à essai dont le fond est garni d'une faible quantité d'eau sont stérilisés, puis reçoivent chacun une bande de tissu découpée à l'aide de ciseaux flambés; cette bande, suspendue au bouchon à l'aide d'une épingle, plonge par sa base dans l'eau du tube. Un séjour de 48 heures dans l'étuve à + 22° fait apparaître la piqûre, sous forme de taches noirâtres abondantes surtout vers le bas de la toile, et bientôt confluentes en duvet continu au voisinage du liquide. Le phénomène s'observe pour ainsi dire avec toutes les toiles écrues; celles qui ont été soumises aux agents de blanchiment (hypochlorites, etc.) restent indemnes, ou ne montrent qu'accidentellement de rares colonies *glauques* de *Penicillium* ou d'*Aspergillus* résultant d'une contamination fortuite par l'air, et ne compromettant pas la solidité ultérieure de la toile.

Les moisissures brunes qui causent la piqûre sont introduites lors du tissage par les filasses qui constituent la matière première. Elles proviennent des *Pleospora* et autres petits Champignons qui croissent sur les tiges mortes du végétal textile et s'introduisent entre les fibres et à l'intérieur de celles-ci lors du rouissage. Le mycélium à parois épaisses et noires, demeuré à l'état de repos dans la toile sèche, se remet à végéter lorsque les conditions extérieures (humidité, air chaud et confiné) lui redeviennent favorables. Aussi la piqûre apparaît-elle d'abord à la partie inférieure et interne des tentes de campement, ainsi qu'au bord supérieur des voiles qu'on cargue lorsqu'elles sont encore humides.

La piqûre pourrait donc être évitée par la stérilisation des filasses après le rouissage. Pour atteindre ce but, l'emploi de la chaleur (vapeur fluente ou vapeur sous pression, puis séchage) nous semble le procédé de choix. L'emploi des agents chimiques, dont l'action désorganisante sur la fibre risque davantage de compromettre la solidité des tissus, sera limité à certains cas spéciaux. Il conviendra de laisser de côté le formol, peu efficace à l'égard des Champignons en général, et de recourir plutôt à l'emploi de solutions bouillantes de sels de chrome ou de cuivre, employées soit pour les filasses, soit même pour la toile ouvrée.

Le procédé d'imperméabilisation des bâches (immersion successive du tissu dans deux solutions : la première de savon à 20 pour 100, la seconde de sulfate de cuivre à 8 pour 100) donnerait à ce point de vue d'excellents résultats, à condition d'opérer à la température de l'ébullition. Il serait, en tout cas, de beaucoup préférable au tannage, auquel la marine a recours habituellement.

A 15 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

Les deux vœux suivants, présentés par les Commissions de l'Alimentation et de l'Hygiène, ont été votés à l'unanimité dans la séance du 30 novembre 1914 et transmis aux Ministres compétents :

I.

L'Académie des Sciences,

Rassurée sur nos ressources en viande et approuvant les mesures prises par l'Administration militaire, en vue de réduire les réquisitions d'animaux vivants pour le Camp retranché de Paris et de réserver les meilleurs de ces animaux propres à la reproduction et au travail, pour être ultérieurement distribués aux départements envahis et ravagés par les ennemis;

Mais considérant que des vides importants se sont produits dans le troupeau français et qu'il importe de les combler le plus rapidement possible en vue de ramener nos effectifs de bétail aux quantités suffisantes pour subvenir normalement à l'alimentation publique pendant l'année 1915 et les années suivantes, jusqu'à l'époque de la reconstitution intégrale de notre troupeau ;

Attendu que pour obtenir ce résultat il est indispensable : 1° de conserver les jeunes bêtes et les veaux nés dans les pays d'élevage ; 2° de recourir, pour combler le déficit momentané de notre production, à l'importation de viandes sous forme de conserves, de viandes frigorifiées et congelées ou autres, qu'actuellement l'Australie, la Nouvelle-Zélande, la République Argentine et nos propres colonies peuvent nous fournir en abondance, de bonne qualité, à des prix avantageux et sans risques à courir, grâce à la liberté des mers dont nous jouissons;

Considérant enfin que, pour ménager les ressources de notre bétail en viande, il est désirable que nos animaux de boucherie soient abattus sur place dans les régions d'élevage et d'engraissement, afin de substituer le transport de la viande, vers les centres de consommation, au transport en chemin de fer des bêtes vivantes à plus ou moins longue distance, lequel expose celles-ci à des souffrances, à des accidents et à des pertes bien connues et souvent signalées,

Émet le vœu qu'il y a lieu de prendre les mesures ci-après :



1° Défendre autant que possible l'abatage des jeunes bêtes et des veaux dans les pays d'élevage;

2° Réduire les réquisitions de bestiaux vivants au strict minimum;

3° Faire dans les approvisionnements destinés aux ravitaillements une part aux conserves de viande, aux viandes frigorifiées et congelées ou préparées par d'autres procédés présentant les mêmes avantages au point de vue de leur valeur alimentaire, de leur conservation et de leur transport;

4° Créer dès maintenant et sans attendre la fin de la guerre, dans les grands centres de consommation, des entrepôts frigorifiques de capacité suffisante pour recevoir et conserver les viandes frigorifiées et congelées, à l'instar de ce qui s'est fait à l'étranger et particulièrement dans la Grande-Bretagne;

5° Favoriser la fondation d'abattoirs avec frigorifiques pour notre propre bétail de boucherie, dans les régions d'élevage et d'engraissement.

II.

L'Académie des Sciences,

Constatant les importants résultats obtenus depuis longtemps en Suède et en Norvège, et admirant les mesures énergiques prises récemment par S. M. l'Empereur de Russie contre l'alcoolisme;

Considérant que si dans la lutte contre ce fléau la France continuait à se laisser devancer par les autres nations elle se mettrait en état manifeste d'infériorité,

Émet le vœu que les mesures suivantes, réclamées depuis longtemps par tous les hygiénistes, soient adoptées sans retard :

Limitation du nombre des débits de boissons,
Prohibition définitive de l'absinthe et des liqueurs similaires,
Suppression du privilège des bouilleurs de cru.

La séance est levée à 16 heures.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 DÉCEMBRE 1914.

PRÉSIDENCE DE M. P. APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre des Finances** et M. le **Ministre de l'Agriculture** font savoir qu'ils ont reçu, chacun en ce qui le concerne, les vœux émis par l'Académie dans sa séance du 30 novembre 1914, et que ces vœux seront, de la part du Gouvernement, l'objet de la considération la plus sérieuse.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome 156 des *Comptes rendus* (janvier-juin 1913) est en distribution au Secrétariat.

ÉLECTRICITÉ. — *Conductibilité intermittente des lames minces diélectriques.* Note de M. **Édouard Branly**.

Les expériences qui font l'objet de cette Note ne se rattachent pas à une étude spéciale de la conductibilité électrique des corps isolants, elles sont empruntées à des recherches effectuées pour préciser le mécanisme intime de la conductibilité passagère des radioconducteurs. Elles ont été effectuées avec des feuilles minces de mica, de papier de chiffons, de gélatine.

Une mince lame diélectrique est intercalée entre deux disques de métal parfaitement plans (habituellement deux disques de cobalt ou deux disques de cuivre), de 32^{mm} de diamètre; elle déborde les disques de 5^{mm} à 7^{mm} sur tout leur pourtour et elle est soumise à une pression qui reste absolument fixe pendant la durée d'une expérience. Cette pression, exercée

par une pompe que j'ai déjà décrite ([1]), variait de $0^m,10$ à $0^m,50$ de mercure par centimètre carré. On accroissait la pression jusqu'à obtenir une très faible conductibilité par le courant continu d'une pile constante. Avec des lames diélectriques de $\frac{1}{50}$ à $\frac{1}{100}$ de millimètre environ d'épaisseur, le courant employé était celui d'un élément Daniell à sulfates, ou d'un élément zinc-cadmium à sulfates, ou d'une pile à éléments thermo-électriques bismuth-argent. Quand on est arrivé à une très faible conductibilité, on constate qu'elle augmente avec la force électromotrice de la pile. On évite toutefois d'élever beaucoup cette force électromotrice.

Lorsqu'une conductibilité, même extrêmement faible, est obtenue, on fait traverser par le jeu d'un interrupteur la lame du diélectrique alternativement en sens contraires par deux courants de la pile employée, chacun de durée très courte; ils sont rapprochés et équidistants.

A cet effet, dans un premier dispositif, j'ai fait usage d'un système de secteurs de cercle, distribués en ordre régulier, avec des intervalles isolants, sur des anneaux métalliques de même rayon, centrés sur la surface latérale extérieure d'un cylindre d'ébonite. Le cylindre reçoit un mouvement de rotation autour de son axe de figure par l'action d'un petit moteur électrique et, dans cette rotation, les secteurs métalliques frottent sur des balais en charbon auxquels aboutissent des fils conducteurs de communication. L'agencement du circuit, dans ses liaisons avec les secteurs de contact, est établi ici pour que les deux courants, provenant de la même pile, traversent successivement le diélectrique et ses disques en sens contraires. Les deux passages sont séparés, sur les anneaux distributeurs, par un écart angulaire assez étendu et, en revenant à la pile, les deux courants parcourent dans le même sens le fil d'un même galvanomètre. Ce galvanomètre permet de mesurer l'intensité moyenne de l'ensemble des deux courants égaux qui se suivent.

Le plus souvent, le cylindre interrupteur faisait 10 tours par seconde; le nombre des interruptions par tour étant de 10, soit 5 par courant, la lame diélectrique était traversée 50 fois par seconde dans un sens et 50 fois par seconde en sens contraire.

Par analogie avec ce qui se passe dans le cas d'un condensateur intercalé dans le circuit d'un courant alternatif, la lame diélectrique formant un condensateur avec les deux disques métalliques qui la comprennent, la lame ne laisse passer qu'une fraction extrêmement réduite du courant continu d'une pile; mais, elle se comporte par rapport à deux courants interrompus de sens contraires comme si elle était conductrice. La conductibilité apparente du diélectrique est *très considérable*, d'après la comparaison des déviations qui est faite sur le même galvanomètre, par rapport à la

([1]) *Comptes rendus*, t. 155, séance du 11 novembre 1912.

première conductibilité produite par le courant continu. Elle croît d'ailleurs avec le nombre des interruptions.

Lorsqu'on arrête l'interrupteur, et qu'on place de nouveau les secteurs en position convenable pour le passage direct, la conductibilité par le courant continu reprend sa valeur antérieure et toute trace du passage des deux courants interrompus de sens contraires disparaît.

Afin de connaître l'état de la lame diélectrique pendant le temps très court qui sépare le passage des deux courants précédents, on dirige dans la lame un autre courant de pile de sens constant dont le circuit est précisément fermé pendant une partie de l'intervalle de temps laissé libre. Ce nouveau passage est réalisé par l'interrupteur tournant qui porte, à cet effet, sur son cylindre d'ébonite, deux nouveaux anneaux distincts des précédents et s'appuyant aussi sur deux frotteurs. Les secteurs actifs de ces anneaux sont intercalés dans l'écart angulaire qui sépare deux passages des courants précédents par le premier système d'anneaux.

Après avoir traversé le diélectrique, le troisième courant circule dans un galvanomètre spécial ou dans un téléphone. On obtient au galvanomètre une déviation fixe, importante, moyenne de courants successifs de même sens traversant la lame diélectrique [1]. Cette déviation démontre que, pendant l'intervalle de temps très court qui sépare le passage de deux courants de sens contraires, la lame diélectrique est devenue *conductrice pour un courant de sens invariable*. Si l'on observe en même temps les deux galvanomètres, le galvanomètre du courant alternatif présente une déviation moindre quand le troisième circuit, circuit du courant continu, est fermé. En l'absence de sa pile, le galvanomètre qui reçoit le courant continu du troisième circuit donne une déviation très faible, mais cette déviation est négligeable par rapport à celle qu'on obtient quand la pile est placée dans le circuit.

Pour avoir l'assurance que les passages de courants avaient lieu exactement dans les conditions voulues, des essais préliminaires ont été effectués en remplaçant par une résistance de fil métallique de plus de deux millions d'ohms l'ensemble très résistant de la lame diélectrique et de ses deux disques. Les opérations qui ont été décrites avaient été conduites avec cette

---

[1] Pour 50 passages dans un sens du premier courant dans la lame diélectrique et 50 passages en sens contraire, le courant auxiliaire qualifié de troisième courant, lancé dans l'intervalle de deux passages de sens contraires, donnait lieu à 100 passages de même sens.

résistance de la même façon et dans le même ordre qu'avec le diélectrique. D'ailleurs, afin de contrôler les résultats fournis par l'interrupteur tournant, j'ai fait usage parallèlement d'un diapason interrupteur.

Ce diapason, d'un peu plus de 100 vibrations doubles par seconde, est disposé horizontalement et ses vibrations sont entretenues électriquement par un électro-aimant placé entre ses deux branches. A l'extrémité d'une de ses branches, sur chacune des deux faces verticales opposées de cette branche, il porte une plaque de platine verticale qui vient toucher un ressort quand la vibration a une amplitude suffisante.

La branche du diapason est reliée au pôle positif de deux piles distinctes et chacun des ressorts communique respectivement avec l'un des deux pôles négatifs.

Les deux courants interrompus successifs, fournis par deux piles, traversent en sens contraires la lame diélectrique et passent ensuite, chacun de son côté, dans un galvanomètre distinct. On commence par ne fermer qu'un seul des deux circuits et l'on ne laisse ainsi passer, dans la lame diélectrique, que des courants de même sens. On voit, en observant tour à tour les déviations des deux galvanomètres, qu'une succession de *courants interrompus de même sens* ne détermine *aucun accroissement de conductibilité*; la déviation, déjà très faible, qui était fournie par le courant continu de l'une des piles, est, en effet, encore amoindrie.

Quand les deux courants interrompus passent ensuite alternativement, en sens contraires, à de courts intervalles, la déviation qui est due à chacun des courants interrompus, observée au galvanomètre correspondant, est séparément très considérable, par rapport à la déviation produite par le courant continu de l'une des piles et, si les galvanomètres ont la même sensibilité, les deux déviations sont égales.

Un troisième circuit est encore destiné à révéler l'état de la lame diélectrique dans le court intervalle de temps qui sépare les passages de deux courants interrompus de sens contraires; ce circuit contient un élément Daniell ou tout autre élément, le diélectrique et ses disques et un troisième galvanomètre. Le nouveau courant passe dans un sens constant dans le diélectrique. Son circuit est fermé par un style conducteur que porte à son extrémité libre la branche du diapason qui a déjà pour mission de toucher alternativement les deux ressorts. Ce style prolonge dans sa direction la branche du diapason et appuie légèrement sur une petite éminence conductrice arrondie qui opère la fermeture. L'écart du style atteint près de 3^{mm} pendant la vibration du diapason, il est plus que suffisant pour que la fermeture du troisième circuit soit assez éloignée des deux fermetures de droite et de gauche par les ressorts, ce qui fait que l'indépendance des trois

circuits reste assurée au moment de leurs fermetures distinctes. Cette indépendance a d'ailleurs été vérifiée, comme dans le cas de l'interrupteur à secteurs, en remplaçant la lame diélectrique et ses deux disques, par une très grande résistance métallique.

Les résultats donnés par l'interrupteur tournant sont confirmés, dans tous leurs détails, par le diapason interrupteur.

Suivant le sens du troisième courant avec le diapason interrupteur, il y a réduction de l'une des déviations aux deux premiers galvanomètres quand le troisième circuit est fermé. Avec l'interrupteur tournant, il y avait diminution de moitié à peu près pour la déviation totale qui se rapportait aux deux courants interrompus redressés par le galvanomètre, mais le point essentiel est que le troisième circuit, sans pile, n'offre pas à son galvanomètre spécial de déviation appréciable, tandis que la déviation devient très importante lorsque la pile est introduite. Il semble donc que, dans l'intervalle du passage des deux courants de sens contraires, un courant de sens constant peut traverser le diélectrique plus aisément que dans d'autres conditions.

L'étincelle du moteur, d'une part, l'étincelle de l'électro-aimant du diapason, d'autre part, pourraient dans certaines expériences apporter des perturbations; le système moteur, avec sa batterie d'accumulateurs et ses fils de communications, était enfermé dans une cage métallique. De même tous les organes du diapason interrupteur, sauf les pièces terminales que des attaches intermédiaires en ébonite reliaient à la partie principale du diapason, étaient également enfermés dans une cage métallique.

Une plate-forme, suspendue par de petits câbles élastiques en caoutchouc, supportait à la fois le système du diélectrique et des disques ainsi que la pompe qui les pressait entre son piston et le plafond solide contre lequel l'effort était transmis.

Il n'est pas inutile de faire remarquer que l'un des dispositifs précédents représente, dans une certaine mesure, un poste récepteur de télégraphie sans fil. Dans le circuit du radioconducteur que constitue la lame diélectrique avec ses disques, les courants interrompus de sens contraires remplacent les courants alternatifs qu'un poste d'émission fait naître au poste récepteur à chacune de ses étincelles par l'intermédiaire des deux antennes. Le troisième circuit correspond au circuit du téléphone qui est branché sur le radioconducteur.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le paradoxe hydrodynamique de M. Brillouin.* Note de M. **Pierre Duhem.**

On doit à M. Marcel Brillouin une proposition d'Hydrodynamique aussi remarquable que le célèbre paradoxe de d'Alembert. Cette proposition peut s'énoncer ainsi :

Imaginons qu'un solide se meuve d'un mouvement uniforme au sein d'un liquide en régime permanent ; supposons, en outre, que la pression, au sein du fluide, s'annule à l'infini ; si le liquide n'est pas le siège de surfaces de discontinuité infiniment étendues, il y a, au sein de ce fluide, des points où la pression est négative.

M. Brillouin a établi sa proposition en supposant que le mouvement du fluide ne dépendît que de deux dimensions. Nous nous proposons de l'étendre aux mouvements à trois dimensions.

Concevons donc un fluide en régime permanent, au sein duquel un corps solide est animé, dans la direction de l'axe des x, d'une translation uniforme de vitesse V. Au sein de ce fluide, traçons une surface fermée S qui ne rencontre pas le solide et ne le contienne pas à son intérieur. Un calcul semblable de tout point à celui que nous avons donné dans notre Note *Sur le paradoxe hydrodynamique de d'Alembert* (¹) fournira l'égalité suivante :

$$(1)\quad \int_S p\cos(n_i, x)\,dS + \int_S \rho u[u\cos(n_i, x) + v\cos(n_i, y) + w\cos(n_i, z)]\,dS - \int_S \rho V u\cos(n_i, x)\,dS = 0.$$

n_i désigne, en un point de l'élément dS, la direction vers l'intérieur de la surface S de la normale à cette surface.

L'égalité (1) demeure exacte lors même que la masse du fluide serait découpée par certaines surfaces de discontinuité, et que la surface S contiendrait ou rencontrerait quelqu'une de ces surfaces.

D'autre part, si le fluide considéré est un *liquide incompressible*, la condi-

(¹) *Comptes rendus*, t. 159, 19 octobre 1914, p. 592.

tion de continuité donne l'égalité

$$(2) \qquad \int_S [u \cos(n_i, x) + v \cos(n_i, y) + w \cos(n_i, z)]\, dS = 0.$$

De l'égalité (1) retranchons membre à membre l'égalité (2), après avoir multiplié les deux membres de celle-ci par ρV. Nous trouverons l'égalité

$$(3) \qquad \int_S p \cos(n_i, x)\, dS + \rho \int_S u^2 \cos(n_i, x)\, dS + \rho \int_S (u - V)[v \cos(n_i, y) + w \cos(n_i, z)]\, dS = 0.$$

Appliquons cette égalité à une surface S particulière. Pour la former, prenons un plan P perpendiculaire à l'axe des x et ne rencontrant pas le corps solide; prenons ensuite un point C du plan P pour centre d'un hémisphère Σ tracé du côté du plan P où ne se trouve pas le corps solide; soit Π la base, sur le plan P, de l'hémisphère Σ. Pour surface fermée S, prenons la surface comprise entre le grand cercle Π et l'hémisphère Σ; à cette surface appliquons l'égalité (3).

En tout point du grand cercle Π, $\cos(n_i, y) = 0$, $\cos(n_i, z) = 0$. En outre, $\cos(n_i, x)$ est égal à 1 si le plan P se trouve en avant du corps solide, et à -1 s'il se trouve en arrière. Désignons par ε une quantité égale à 1 dans le premier cas et à -1 dans le second. L'égalité (3) deviendra

$$(4) \qquad \varepsilon \int_\Pi (p + \rho u^2)\, d\Pi + \int_\Sigma (p + \rho u^2) \cos(n_i, x)\, d\Sigma + \rho \int_\Sigma (u - V)[v \cos(n_i, y) + w \cos(n_i, z)]\, d\Sigma = 0.$$

Supposons maintenant *que le liquide soit en repos à l'infini*, ces mots ayant pour nous le sens suivant :

Si u, v, w, p sont les valeurs de ces quatre quantités en un certain point M dont r est la distance à l'origine des coordonnées, les quatre quantités $r^2 u$, $r^2 v$, $r^2 w$, $r^2 p$ tendent vers zéro lorsque le point M s'éloigne indéfiniment de l'origine des coordonnées dans une direction quelconque.

Cela posé, maintenons invariable le plan P et, sur ce plan, le centre C de l'hémisphère Σ, mais faisons croître au delà de toute limite le rayon de cet hémisphère. Au premier membre de l'égalité (4), les deux intégrales qui se rapportent à la surface Σ tendront vers zéro, tandis que l'intégrale rela-

tive au grand cercle II tendra vers l'intégrale analogue étendue au plan indéfini P.

Nous aurons donc finalement l'égalité

$$\int_P p\,dP = -\rho \int_P u^2\,dP. \tag{5}$$

Cette égalité exige que p soit négatif au moins en certaines régions du plan P.

Or si, à l'infini, la pression est maintenue égale à zéro, elle est, en chaque point du fluide, égale à p. Le paradoxe de M. Brillouin est donc établi.

On remarquera que cette démonstration n'exige pas que le fluide soit *partout* en repos à l'infini; pour qu'elle demeure valable, il suffit que le fluide soit en repos à l'infini du côté du plan P où ne se trouve pas le corps solide. *Si donc on veut éviter le paradoxe de M. Brillouin, on ne doit supposer le fluide en repos à l'infini ni à l'arrière d'un plan, perpendiculaire à la translation du solide, et mené à l'arrière du solide, ni à l'avant d'un plan de même direction, mené à l'avant du solide.*

On observera que la démonstration précédente se peut reprendre pour un mouvement à deux dimensions; pour définir le repos du fluide à l'infini, on devra, dans ce cas, aux produits r^2u, r^2v, r^2w, r^2p, substituer les produits ru, rv, rw, rp.

La définition du repos à l'infini sur laquelle repose la présente démonstration du paradoxe de M. Brillouin est aussi celle qui autorise, pour le paradoxe de d'Alembert, la démonstration de M. U. Cisotti et la généralisation que nous avons proposée de cette démonstration. La démonstration du paradoxe de d'Alembert tirée de l'équation de la force vive suppose seulement [1] que les produits r^2u^2, r^2v^2, r^2w^2 gardent des valeurs finies lorsque le point M s'éloigne indéfiniment de l'origine des coordonnées. Il est vrai que, par ailleurs, on la doit restreindre aux seuls mouvements du fluide qui permettent d'écrire l'équation de la force vive.

M. H. Le Chatelier fait hommage du fascicule V des *Classiques de la Science : De la lumière*, Mémoire d'Augustin Fresnel.

M. H. Le Chatelier fait hommage d'une étude qu'il vient de publier sous le titre : *Les encouragements à la recherche scientifique*.

---

[1] *Comptes rendus*, t. 159, 9 novembre 1914, p. 638.

S. A. S. le Prince **Albert de Monaco** fait hommage à l'Académie de plusieurs fascicules des *Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht* :

1° *Exploration du nord-ouest du Spitzberg par la mission Isachsen.* Troisième Partie, par Adolfe Hoel. Quatrième Partie, par Jakob Schetelig.
2° *Annélides polychètes non pélagiques provenant des campagnes de l'*Hirondelle *et de la* Princesse-Alice (1885-1910), par Pierre Fauvel.

M. **Édouard Heckel** fait hommage à l'Académie du Volume II (3e série), 1914, des *Annales du Musée colonial de Marseille.*

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Vice-Président pour l'année 1915 :

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 45,

M. C. Jordan obtient	44	suffrages
M. J. Violle »	1	suffrage

M. **C. Jordan**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Vice-Président.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection de deux Membres de la *Commission administrative* pour 1915.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 35,

M. Émile Picard obtient	35	suffrages
M. R. Zeiller »	34	»
M. Guignard »	1	suffrage

MM. **Émile Picard** et **R. Zeiller**, ayant réuni la majorité des suffrages, sont élus Membres de la Commission administrative.

MÉMOIRES LUS.

Note statistique sur le tétanos, par M. Bazy.

L'action préservatrice du sérum antitétanique ne paraît pas encore suffisamment démontrée à quelques chirurgiens, ainsi qu'en font foi les discussions qui ont eu lieu à plusieurs reprises à la Société de Chirurgie. Pour apporter encore des preuves de cette action préservatrice, que je soutiens depuis 1895, j'ai pensé devoir faire une enquête sur le tétanos à propos des cas nombreux observés depuis le début des hostilités.

Cette enquête, je l'ai limitée au Camp retranché de Paris. La peine que j'ai eue à recueillir les documents que j'apporte ici et qui, malgré tout, ne sont pas tout à fait complets, m'empêche de regretter de ne l'avoir pas étendue à toute la France : elle aurait peut-être demandé plus de six mois encore.

Ma statistique porte sur 10896 blessés.

Sur ce nombre, on a observé 129 cas de tétanos, soit 1,184 pour 100.

Sur les 129 cas de tétanos, il y a eu 90 morts, soit 70 pour 100, exactement 69,76 pour 100.

Il est intéressant de savoir l'époque d'apparition du tétanos après la blessure. Il est peut-être utile de faire des réserves sur la date de la blessure qui a causé le tétanos; la blessure qui a fait hospitaliser le blessé peut n'être pas celle qui a causé le tétanos : car celui-ci peut être dû à une blessure antérieure, trop légère pour avoir motivé l'évacuation du blessé qui ne s'en est peut-être pas plaint. Ces restrictions sont motivées par l'apparition réellement précoce du tétanos dans quelques cas.

Nous voyons que le tétanos est apparu :

Nombre de jours après la blessure.	Nombre de cas.	Résultats.
2	1	1 mort
3	3	1 guérison, 2 morts
4	5	5 morts
5	7	1 guérison, 6 morts

Nombre de jours après la blessure.	Nombre de cas.	Résultats.
6	13	1 guérison 1 sans renseignement 11 morts
7	8	1 guérison 7 morts
8	13	1 guérison 1 sans renseignement 11 morts
9	10	3 guérisons 7 morts
10	11	2 guérisons 9 morts
11	8	5 guérisons 3 morts
12	7	2 guérisons 5 morts
14	1	1 guérison
16	1	1 guérison
17	2	1 guérison 1 mort
18	2	1 guérison 1 mort
20	1	1 guérison
27	1	1 guérison

De cette statistique il faut retenir plusieurs faits :

1° Le tétanos peut apparaître tardivement après la blessure : il a pu se montrer 14, 16, 17, 18, 20, 27 jours après la blessure, dans 8 cas.

Or nous voyons que sur ces 8 cas, où il y a 2 morts, il n'a pas été fait d'injections préventives : si l'on en eût fait, il est probable, je pourrais même dire certain, qu'on n'eût pas eu à déplorer deux morts et l'on eût épargné des souffrances aux blessés qui ont guéri; cela revient à dire qu'il n'est jamais trop tard pour bien faire et qu'on doit une injection préventive à tout blessé qui n'en a pas reçu, et cela pour peu que la plaie présente des conditions d'éclosion du tétanos.

Inversement, il n'y a pas d'observations de tétanos chez des blessés ayant reçu l'injection préventive dans des conditions où celle-ci aurait pu agir. Les tétaniques n'avaient reçu l'injection que 1, 2 ou 3 jours avant l'apparition du mal, c'est-à-dire alors que le tétanos était en puissance et que

l'action antitétanique du sérum ne pouvait plus utilement ou complètement s'exercer.

2° Le plus grand nombre de cas de tétanos s'est développé entre 6 et 8 jours après la blessure qui est supposée l'avoir déterminé, soit 34 cas. Cette constatation confirme les faits antérieurement connus.

Nous voyons de même qu'il y a 11 cas où il se serait développé 10 jours après, de sorte qu'une plaie qui daterait de 3 ou 4 jours serait encore apte à bénéficier du traitement préventif, et ce n'est pas une raison de ne pas faire d'injection préventive, parce que la plaie date de plus de 48 heures, et même plus.

3° Ma statistique montre que le tétanos a été particulièrement fréquent dans certaines localités. Du reste, ce fait est bien connu des vétérinaires qui nous l'ont appris, au point que j'ai pu dire qu'il existait pour le tétanos des champs maudits comme il en existe pour le charbon, ainsi que Pasteur l'a montré il y a bien longtemps.

4° Mais le fait sur lequel je veux insister ici, c'est l'*action préventive* du sérum. Elle est bien démontrée chez l'homme depuis longtemps pour tout esprit impartial; quelques chirurgiens s'obstinent cependant à la nier ou à la mettre en doute.

Quand j'ai préconisé, il y a près de 20 ans, les injections préventives de sérum antitétanique dans toutes les plaies accidentelles, j'ai trouvé bien des opposants et non parmi les moindres de mes collègues ou maîtres. On ne voulait pas accepter qu'il y eût parité entre les faits observés par les médecins et ceux observés par les vétérinaires, les vétérinaires faisant, disaient-ils, l'injection avant de faire la plaie opératoire qui déterminait si fréquemment le tétanos, le chirurgien ne faisant cette injection que quand la plaie était faite depuis plusieurs heures, depuis 24 heures et même plus. Donc, ajoutaient-ils, les conditions ne sont plus les mêmes chez l'homme et chez les animaux. Mais il arrive fréquemment, et, au dire de certains vétérinaires, toujours, que dans les cas de plaies accidentelles chez les animaux, clous de rues, débris de verre, le vétérinaire n'est appelé que quand la plaie est enflammée et fortement infectée. Or, même dans ces cas, l'injection de sérum antitétanique a supprimé le tétanos dans des régions où auparavant il était très fréquent.

Du reste, étudions les faits et nous voyons que :

1° Dans les formations sanitaires où les chirurgiens font *systématiquement* des injections préventives, comme je le fais moi-même, à tous les

blessés au moment de leur entrée, la morbidité par le tétanos est de 0,418 pour 100.

Dans les formations sanitaires où cette injection n'est faite qu'aux malades suspects, elle est de 1,279 pour 100.

La morbidité est donc trois fois plus forte dans les services où l'on ne fait les injections qu'à certaines catégories de plaies que dans ceux où on les fait systématiquement à tous les blessés.

Mais voici qui est plus curieux et peut-être plus démonstratif :

Par suite de circonstances inutiles à indiquer, sur un lot de 200 blessés, 100 ont reçu une injection préventive : cette série n'a fourni qu'un cas de tétanos, et encore, dans ce cas, le tétanos s'est déclaré le lendemain de l'injection, de sorte qu'on peut dire que l'injection n'a été préventive que de nom; en réalité, on pourrait dire que dans cette série il n'y a pas eu de tétanos. La morbidité a été de 0.

100 présentant des plaies à peu près semblables aux 100 autres n'ont reçu aucune injection; il y a eu 18 cas de tétanos : 18 pour 100, près du $\frac{1}{5}$.

Sur un autre lot de 50 blessés observés dans les mêmes conditions, on a sélectionné 10 d'entre eux porteurs de plaies par éclats d'obus, par balles de shrapnells siégeant soit au tronc, soit sur les membres, plaies anfractueuses, purulentes. A ces 10 cas, on a fait une injection préventive : aucun n'a eu le tétanos.

Les 40 autres non vaccinés étaient porteurs de plaies simples, non suppurantes par balles de fusil, aucun non plus n'a eu le tétanos. Les deux catégories, quoique très différentes, se sont comportées vis-à-vis du tétanos exactement de la même manière.

Voilà donc 10 blessés qui étaient dans des conditions de réceptivité parfaite pour le tétanos; 2 au moins d'entre eux auraient dû en être atteints, tout comme les 100 de la série citée plus haut et qui n'avaient pas été sélectionnés. Or, aucun n'a été atteint.

Ces blessés à plaies suppurantes, anfractueuses, réalisant toutes les conditions de l'infection par le bacille du tétanos, se sont donc exactement comportés comme ceux qui n'avaient que des plaies par balles, plaies qui n'étaient pas suppurées et étaient cliniquement aseptiques.

Ajoutons que les 250 blessés dont il est ici question n'ont été inoculés que 5 jours environ après la blessure, tout comme les chevaux dont je parle plus haut.

Ces faits d'observation ont, on peut le dire, la valeur de faits expérimentaux, et ils en sont l'éclatante confirmation.

Si nous revenons maintenant à l'étude générale des cas de tétanos, nous voyons que si les plaies qui ont donné le tétanos sont dues pour la plus grande partie aux éclats d'obus et aux shrapnells, les plaies par balles n'en sont pas indemnes.

Sur 129 cas, il y a eu 120 tétanos à la suite d'éclats d'obus et de shrapnells, 9 cas à la suite de plaies par balles. Ces 9 cas ont été suivis de mort; aucun n'avait reçu d'injection préventive.

Les résultats que j'apporte sont de nature à fortifier l'autorité militaire dans les prescriptions qui ont été édictées par elle à la suite du vote de l'Académie de Médecine à la fin de septembre, prescrivant l'emploi du sérum antitétanique à titre préventif.

C'est dans les *formations sanitaires de l'avant*, dans les *ambulances divisionnaires* qu'il faut faire l'injection de sérum antitétanique. A défaut des ambulances divisionnaires, c'est dans les *trains sanitaires*. Enfin, ainsi que le montre la statistique expérimentale signalée plus haut, une injection de sérum, même faite 5 jours après la blessure, peut encore avoir de la valeur.

Il faut faire ces injections à tous les blessés, que la blessure soit due à des balles ou à des éclats d'obus : j'ai montré que des plaies par balles avaient donné le tétanos. Si l'on est un peu dépourvu de sérum, il vaut mieux le réserver aux blessés par éclats d'obus, mais il y a un autre moyen de l'économiser : c'est de faire des injections moins abondantes.

Nocard avait montré que 10^{cm^3} suffisaient à préserver un cheval; 1^{cm^3} suffirait chez l'homme. Or on en injecte 10^{cm^3}. En faisant une injection de 2^{cm^3}, un flacon suffirait pour 5 blessés; on pourrait faire cinq fois plus d'injections. C'est ce que je commence à faire dans mes services de Beaujon et de l'Hôpital complémentaire n° 5.

CORRESPONDANCE.

MM. **Alphonse Berget**, **Pierre Girard**, **Houllevigue**, **André Meyer** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE. — *Éclipses de Soleil : formules pour la correction des éléments.* Note de M. F. Gonnessiat, présentée par M. B. Baillaud.

Il me paraît nécessaire de modifier la forme donnée habituellement aux équations de condition qui déterminent, d'après l'observation, les corrections des éléments d'une éclipse.

Soient α et δ les coordonnées apparentes du Soleil, α' et δ' celles de la Lune, calculées en fonction des positions géocentriques prises dans les Éphémérides. Pour avoir la distance Δ des centres (à moins de $0'',1$ près) et l'angle de position p, on peut se contenter des formules suivantes :

1° Cas des observations visuelles, centrage de l'instrument sur le milieu de la corde commune,

$$\xi = \Delta \sin p = (\alpha' - \alpha) \operatorname{séc} \frac{\delta + \delta'}{2}, \qquad \eta = \Delta \cos p = \delta' - \delta;$$

2° Cas des clichés photographiques, centrage sur le Soleil,

$$\xi = (\alpha' - \alpha) \operatorname{séc} \delta', \qquad \eta = \delta' - \delta + \frac{1}{2}\xi^2 \sin 1'' \operatorname{tang} \delta'.$$

Dans le triangle qui a pour côtés Δ et les demi-diamètres apparents D du Soleil et D' de la Lune, on obtient aisément les angles S, L et C.

Voici maintenant les formules auxquelles je m'arrête, et où d a la signification d'un écart *observation-calcul*, et ∂ représente une correction.

I. *Demi-corde commune*

$$x = \mathrm{D} \sin \mathrm{S},$$

$$\sin \mathrm{C}\, dx = \cos \mathrm{L}\, \partial \mathrm{D} + \cos \mathrm{S}\, \partial \mathrm{D}' - \cos \mathrm{S} \cos \mathrm{L} \sin p\, \partial \xi - \cos \mathrm{S} \cos \mathrm{L} \cos p\, \partial \eta.$$

II. *Angle de position*

$$\sin \mathrm{C} . \mathrm{D} \sin dp = \sin \mathrm{L} \cos p\, \partial \xi - \sin \mathrm{L} \sin p\, \partial \eta.$$

III. *Coordonnées rectangulaires, rapportées au centre du Soleil, de la corne située* au nord *de la trajectoire de la Lune.*

$$x_1 = \mathrm{D} \sin(p - \mathrm{S}), \qquad y_1 = \mathrm{D} \cos(p - \mathrm{S}).$$

$$\begin{aligned}
\sin \mathrm{C}\, dx_1 = {} & - \cos(p + \mathrm{L})\, \partial \mathrm{D} - \cos(p - \mathrm{S})\, \partial \mathrm{D}' \\
& + \sin(p + \mathrm{L}) \cos(p - \mathrm{S})\, \partial \xi + \cos(p + \mathrm{L}) \cos(p - \mathrm{S})\, \partial \eta, \\
\sin \mathrm{C}\, dy_1 = {} & \quad \sin(p + \mathrm{L})\, \partial \mathrm{D} + \sin(p - \mathrm{S})\, \partial \mathrm{D}' \\
& - \cos(p + \mathrm{L}) \sin(p - \mathrm{S})\, \partial \xi - \sin(p + \mathrm{L}) \sin(p - \mathrm{S})\, \partial \eta.
\end{aligned}$$

Pour la corne *sud*, changer le signe de C, L et S.

Les corrections qui figurent dans ces équations s'expriment facilement en fonction de celles des éléments géocentriques et de la parallaxe lunaire.

La forme trigonométrique est certainement avantageuse pour les calculs et la discussion. On voit, en particulier, que S et L étant presque égaux, puisque D et D' sont peu différents, la mesure de la corde ne peut donner que $\partial D + \partial D'$, mais non permettre de séparer ces inconnues. On voit aussi que dans le cas d'une éclipse approchant de la totalité, la série des mesures de la seule corde (ou du seul angle de position) ne permet pas de séparer $\partial\xi$ de $\partial\eta$, parce que p reste sensiblement constant.

Mais la modification essentielle consiste à enlever le diviseur sin C aux coefficients des inconnues pour le porter en facteur du terme connu; on rétablit ainsi l'homogénéité, qui manque aux équations formées d'après les anciens procédés. Il est évident, en effet, que lorsque sin C est très petit, c'est-à-dire au début de toute éclipse, ou près de la phase centrale d'une éclipse totale ou presque totale, les variations des coordonnées de la pointe des cornes sont d'un ordre supérieur à celui des variations des éléments de la trajectoire; coséc C donne alors aux coefficients des valeurs tout à fait anormales, et ainsi certaines équations reçoivent un poids hors de toute proportion avec la précision des mesures qui leur correspondent. On retrouvera cet inconvénient, par exemple, dans la discussion de l'éclipse du 30 août 1905, à Alger (*Annales du Bureau des Longitudes*, VIII-C).

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le paradoxe de d'Alembert et la théorie des mouvements discontinus.* Note de M. **Henri Villat**, transmise par M. Duhem.

Une Communication de M. P. Duhem, parue dans un des derniers *Comptes rendus* (t. 159, 1914, p. 592-595), contient un important théorème relatif au mouvement permanent d'un solide dans un fluide illimité. Comme une interprétation un peu trop compréhensive des résultats risquerait de donner naissance à une opinion inexacte concernant la théorie des mouvements discontinus, je voudrais en quelques mots indiquer pour quelles raisons cette dernière théorie, à laquelle j'ai moi-même apporté quelque contribution, reste complètement indépendante du résultat en question.

Envisageons avec M. P. Duhem, dont nous garderons les notations, la première équation d'Euler, et intégrons-la dans le volume compris entre le solide S et une surface T (par exemple une sphère de très grand rayon)

dont tous les points soient à de très grandes distances du solide. En reproduisant exactement les calculs de M. Duhem et y faisant apparaître explicitement la frontière T, on parvient à la formule suivante

$$\int p\cos(nx)\,dS = -\int p\cos(nx)\,dT - \int \rho u[u\cos(nx) + v\cos(ny) + w\cos(nz)]\,dT + V\int \rho u\cos(nx)\,dT$$

dans laquelle n désigne la normale à la surface sur laquelle on intègre vers l'intérieur du volume considéré.

On voit bien que la présence possible de surfaces de discontinuité dans le fluide ne change pas l'apparence du résultat, puisque les surfaces Σ de discontinuité n'interviennent pas explicitement dans cette formule. Mais pour qu'on parvienne au paradoxe de d'Alembert, il faut que les vitesses (u, v, w) s'annulent aux grandes distances partout assez vite pour que les intégrales de surface relatives à T tendent vers zéro lorsque cette surface T disparaît tout entière à l'infini.

Cela était assurément le cas lorsque le mouvement du fluide était partout continu, et il est vraisemblable qu'il puisse en être de même dans d'autres conditions, compatibles avec l'existence de discontinuités.

Mais la présence de discontinuités risque, si elles s'étendent jusqu'à l'infini, d'amener des modifications profondes dans la manière dont se comportent ces intégrales à l'infini. Et c'est justement ce qui se passe dans l'hypothèse où se place la théorie des mouvements discontinue à deux dimensions [1] concernant les liquides.

Comme l'a déjà remarqué M. M. Brillouin (*Annales de Chimie et de Physique*, 1911, p. 150), dans un liquide indéfini à deux dimensions à l'état permanent, le sillage qui se forme à l'arrière d'un solide en mouvement s'élargit nécessairement à l'infini, dès qu'on admet, hypothèse physiquement aussi nécessaire que l'absence du paradoxe de d'Alembert, que la pression dans le liquide doit avoir des valeurs partout positives. Ce résultat n'est du reste pas spécial au fluide indéfini; j'ai incidemment démontré, dans un Mémoire, imprimé depuis quelque temps aux *Annales de la Fa-*

---

[1] Pour la bibliographie, déjà imposante, de cette théorie, nous renverrons à l'*Encyclopédie des Sciences mathématiques : Développements concernant l'Hydrodynamique*, par MM. Love, Appell, Beghin et Villat. Cf. notamment p. 113 et 122.

culté des Sciences de Toulouse, et qui paraîtra sans doute prochainement [*Sur le changement d'orientation d'un obstacle dans un courant fluide, et sur quelques questions connexes* (¹)], que cette conclusion doit s'étendre même à des cas où le liquide ne serait pas illimité dans toutes les directions.

La présence des discontinuités jusqu'à l'infini (cas écarté dans l'énoncé de M. Duhem) explique la non-nullité asymptotique des intégrales dont on a parlé (ou plutôt des intégrales toutes semblables qui remplacent celles-ci pour le cas de deux dimensions); et c'est ce qui explique que, dans les applications étudiées notamment par MM. Brillouin, Levi-Civitá, Cisotti, Boggio et par moi-même, la valeur de la poussée totale du liquide sur le solide, dans le sens du mouvement de celui-ci, ne soit pas nulle. D'ailleurs, le théorème des forces vives cesse d'être applicable à ces exemples, pour lesquels, en vertu de la manière dont les vitesses se comportent à l'infini, la force vive totale du fluide est infiniment grande.

Il résulte de ces considérations que le paradoxe de d'Alembert, auquel on se proposait de remédier, est effectivement éludé par la théorie des mouvements discontinus, qui, au moins en première approximation, donne de bons résultats. Et le théorème de M. P. Duhem peut être légèrement étendu et précisé par l'énoncé suivant :

Dans un fluide à l'état permanent contenant un solide mobile, le paradoxe de d'Alembert subsistera, même en admettant la présence de discontinuités, toutes les fois qu'aux grandes distances la vitesse du fluide s'annulera suffisamment vite, le sens de ce dernier terme étant évident d'après ce qui précède. Pour un fluide compressible, cela n'exclut peut-être pas l'existence de surfaces de discontinuité fermées. Mais, pour un liquide à deux dimensions, il faut regarder comme impossible, non pas l'établissement de tout régime permanent quel qu'il soit, mais l'établissement d'un régime permanent dans lequel les surfaces de discontinuité ne s'étendent pas jusqu'à l'infini.

(¹) Dans ce travail, j'ai eu pour but principalement d'étudier les conséquences, dont diverses sont fort importantes, de l'introduction (qui se trouve, non seulement possible, mais encore nécessaire dans certains cas) de surfaces de discontinuité en même temps à l'arrière et *à l'avant du solide* immergé.

RADIOGRAPHIE. — *Localisation des projectiles dans l'organisme par la radiographie.* Note de MM. **H. Bertin-Sans** et **Ch. Leenhardt**, présentée par M. Lippmann.

La question de la localisation par la radiographie des projectiles dans l'organisme a pris, par suite des circonstances actuelles, une importance particulière. Aussi s'est-on préoccupé de chercher, pour effectuer cette localisation, des méthodes à la fois simples, rapides et suffisamment précises. C'est à ces divers titres que nous croyons devoir signaler ici le procédé que nous utilisons journellement depuis 3 mois dans le service radiographique des hôpitaux de Montpellier.

Le problème peut se ramener, d'une part, à chercher la position sur la peau de deux points A et P, qui définissent une droite convenablement choisie sur laquelle se trouve le projectile, droite qui ne sera autre que le rayon (ou le faisceau de rayons) émané du focus et intercepté par le projectile; et, d'autre part, à déterminer la distance p du projectile, aux points A ou P, suivant que ce dernier est plus facilement accessible par l'un ou l'autre de ces points.

La recherche des points A et P est notablement simplifiée par l'emploi d'*échelles de repères graduées*, et c'est en cela surtout que consiste la particularité de notre procédé. Quant à la détermination de la profondeur p, elle peut se faire par diverses méthodes : la plus avantageuse, chaque fois qu'il s'agit de projectiles situés dans la partie supérieure de la cuisse, l'abdomen, le thorax ou l'épaule, est celle depuis longtemps utilisée par tous les radiographes des deux épreuves sur la même plaque.

Nous procédons dans ces cas de la façon suivante :

La région dans laquelle se trouve le projectile étant approximativement connue, ou ayant été, si nécessaire, approximativement déterminée par la radioscopie ou par une première radiographie, on fixe, à l'aide d'un adhésif, sur deux faces opposées de cette région par lesquelles pourra être abordé le projectile (en général, faces antérieure et postérieure), deux croix en toile ou en carton dont les bras portent, tous les 2^{cm} par exemple, des repères métalliques de forme différente pour chacune d'elles. L'ombre de ces repères définira sur le cliché la direction des branches de la croix; on a eu soin de marquer les directions sur la peau avec un crayon ou de l'encre. La plaque photographique étant placée sur un plan horizontal, et le sujet étant couché sur elle de façon que la croix postérieure en soit aussi rapprochée que possible, on place, à l'œil, le focus sur la verticale passant par le centre de la croix antérieure. On fait ensuite deux poses sur la même plaque en déplaçant horizontalement le tube

d'une longueur connue D entre les deux poses. Si la hauteur H du focus au-dessus de la plaque est également connue (à 1^{cm} ou même 2^{cm} près), on a, *sur le cliché même*, toutes les données nécessaires pour localiser le projectile à moins de $0^{cm},5$ près. En effet, les coordonnées sur la peau des points A et P par rapport aux branches des croix antérieure et postérieure sont données par les coordonnées de l'ombre du projectile par rapport aux ombres correspondantes de ces deux croix, ces coordonnées étant mesurées, non en vraie grandeur sur le cliché, mais avec l'échelle même tracée par les ombres des repères : la distance entre deux repères consécutifs valant 2^{cm}, on apprécie facilement le quart de cette longueur. Quant à la distance x du projectile à la plaque, elle est donnée par la mesure du déplacement d des deux ombres du projectile et par la connaissance de D et H. En maintenant D et H constants, un barème donne facilement x en fonction de d. La distance x' du point A ou P à la plaque étant de même déduite du déplacement d' sur le cliché des ombres du repère métallique des croix le plus voisin de l'ombre du projectile, on a par une simple soustraction la distance du projectile au point A ou P.

On peut donc indiquer au chirurgien la position des points A et P par rapport aux croix tracées sur la peau, ainsi que la distance du projectile situé sur la ligne AP à chacun de ces points. En plaçant le focus à 65^{cm} de la plaque et en le déplaçant de 10^{cm} d'une pose à l'autre, on définit dans les conditions les plus défavorables la situation du projectile à moins de $0^{cm},5$ près, tant que l'ombre du projectile ne se fait pas à plus de 10^{cm} du point d'incidence normale, ou sensiblement du centre de la croix antérieure. On pourrait d'ailleurs augmenter à volonté la précision du procédé en donnant en particulier une valeur plus grande au déplacement D, mais cette précision plus grande n'aurait en général aucun intérêt pratique, les dimensions même du projectile étant de l'ordre d'approximation obtenu, et l'intervention chirurgicale portant toujours sur une étendue supérieure. Les résultats ont d'ailleurs constamment montré que la précision de la méthode était, dans les conditions ci-dessus indiquées, amplement suffisante.

BOTANIQUE. — *Les glandes staminales des Fumariées et leur signification.* Note de M. O. LIGNIER, présentée par M. Guignard.

Chez toutes les Fumariées, l'androcée est porteur de glandes, mais leur nombre, leur position et leur aspect sont assez variés. Le seul caractère extérieur qui leur soit commun est qu'elles sont insérées sur la base des étamines et du côté dorsal.

Chez les *Hypecoum*, on les voit par paires sur la base de chaque filet staminal et,

ce filet y étant de forme prismatique à pans tangentiels et radiaux, elles y sont spécialement localisées dans les angles latéro-extérieurs.

Chez les Eufumariées, où les six étamines sont groupées à droite et à gauche en deux phalanges trilobées, il n'en existe d'ordinaire qu'une seule par phalange et elle y est localisée sur le dos de l'étamine médiane. Lorsque la phalange est éperonnée, la glande est située sur la face adaxiale de l'éperon, c'est-à-dire entre la base de la phalange et le sommet de son éperon. Le plus souvent, elle est tabulaire, à peine saillante et presque toujours divisée en deux moitiés égales par un très léger sillon longitudinal (*Adlumia*, *Corydalis*, *Fumaria*) : chez le *Dicentra*, cependant, elle est fortement saillante, ovoïde même et sans aucune trace de sillon.

I. L'étude anatomique des glandes staminales de l'*Hypecoum grandiflorum* Benth. montre que leur tissu glandulaire offre dans son ensemble la forme si spéciale du tissu qui, dans une loge pollinique à deux sacs, est entouré par l'assise mécanique. Elle montre, en outre, que ce tissu est desservi par un petit cordon libéro-ligneux (à la vérité, presque toujours réduit au liber) qui descend s'insérer sur le bord du faisceau staminal.

A première vue, donc, il semble que les glandes latéro-dorsales de l'*H. grandiflorum* représentent des étamines réduites, sessiles et monothèques à loge devenue glandulaire, c'est-à-dire, en somme, des staminodes qui seraient insérés latéralement sur la base de l'étamine normalement développée.

Une étude anatomique plus approfondie ne fait du reste que confirmer cette première impression.

D'autre part, ces conclusions sont encore singulièrement appuyées par la comparaison des Hypécoées avec les Papavérées. On sait, en effet, que d'une façon générale les Fumariées sont des Papavérées à fleurs réduites et spécialisées et que, parmi ces dernières, les Eschscholtziées sont les plus voisines des Hypécoées.

Or, chez les *Eschscholtzia*, les sporophylles sont, comme chez les Hypécoées, formés chacun de trois lobes qui, suivant les cas, sont eux-mêmes tantôt simples (étamines isolées de l'*E. hypecoides* Benth.), tantôt multilobés (bouquets staminaux de l'*E. californica* Cham.). La seule différence entre le sporophylle des *Eschscholtzia* et celui de l'*H. grandiflorum*, du moins au point de vue qui nous occupe, réside donc dans le fait que, chez ce dernier, chaque lobe sporophyllaire, au lieu d'être représenté soit simplement par une étamine fertile, soit par un bouquet d'étamines toutes fertiles, l'est par une étamine normalement fertile, pourvue à sa base de une ou de deux glandes que l'étude anatomique m'a montrées être vraisemblablement des étamines réduites et glandularisées.

Cette comparaison nous amène donc logiquement à conclure que chaque bouquet staminal de l'*E. californica* s'est, chez l'*H. grandiflorum*, réduit et modifié de telle façon qu'une ou deux étamines glandularisées (staminodes) restent encore fixées sur la base de la seule étamine fertile persistante.

Ainsi, tous les résultats sont concordants, et il semble bien que les glandes staminales latéro-dorsales de l'*H. grandiflorum* représentent des étamines devenues sessiles et glandulaires.

Tandis que, chez cette espèce, la fonction glandulaire est encore bien localisée dans les loges primitivement polléniques, chez les autres Hypécoées, elle s'est en général étendue aux tissus voisins, de telle sorte que l'aspect anthériforme du tissu spécialisé y a plus ou moins complètement disparu. Chez l'*H. leptocarpon* Hook.f. et Thoms., il arrive même que les deux glandes latéro-dorsales se rejoignent sur la ligne médiane.

2. Si maintenant, à ces couples glandulaires des Hypécoées, nous venons à comparer les glandes uniques et médianes des Eufumariées, nous sommes, malgré toutes les différences morphologiques, obligés de conclure à une homologation complète et certaine.

En effet, l'unique glande de chaque sporophylle y est, dans tous les cas, desservie par deux cordons libériens détachés inférieurement des bords du faisceau staminal de l'étamine médiane et recourbés en arrière de lui. De telle sorte que, quoique morphologiquement simple, cette glande se montre double par sa structure; son léger sillon longitudinal est en réalité la dernière trace de sa dualité primitive et l'on peut dire que le cas de l'*H. leptocarpon* représente un premier terme de cette dualité. Chez le *D. spectabilis* lui-même, malgré que toute trace de sillon soit disparue, malgré l'énormité de la glande, la dualité primitive est encore anatomiquement constatable.

En résumé, les glandes staminales de toutes les Fumariées, qu'elles soient par paires ou isolées, *représentent toujours d'anciennes étamines devenues sessiles et glandulaires*. Ce sont donc de véritables staminodes.

MYCOLOGIE. — *Sur les suçoirs des* Meliola *et des* Asterina. Note (¹) de M. G. **Arnaud**, présentée par M. Prillieux.

Les *Meliola*, les *Asterina*, ainsi que quelques groupes voisins, sont des fumagines dont le mycélium présente des rameaux courts, différenciés ou hyphopodies. Maire (²) a apporté une contribution importante à la biologie de ces champignons en montrant qu'ils sont parasites des feuilles, à la manière des Érysiphacées, grâce à des suçoirs. L'étude de Maire n'a porté que sur un petit nombre d'espèces et permet quelques compléments.

Les suçoirs sont produits par la cellule terminale des hyphopodies. Quelques espèces d'*Asterina* sont en apparence privées d'hyphopodies (genre *Asterinella* Th.); deux de ces espèces nous ont présenté deux types extrêmes: chez *Asterina anonicola*, les suçoirs sont uniquement formés par les cellules de la paroi des conceptacles, qui envoient à travers la cavité des filaments épais se terminant par un suçoir dans les cellules épidermiques (³); au contraire, chez *Asterina* (ex *Microthyrium*) *cantareirense* P. Henn. (P. 303), presque toutes les cellules du mycélium portent à la face inférieure une ouverture correspondant à un suçoir.

Les suçoirs traversent la cuticule près du bord des cellules épidermiques; les hyphopodies allongées sont orientées dans ce sens; l'ouverture arrondie du suçoir, bien visible par transparence, est presque toujours placée près de la limite de deux cellules; la disposition des hyphopodies est sans doute déterminée en cela par les vallécules de la surface des feuilles. Les suçoirs sont toujours intercellulaires jusqu'à la cellule-hôte qui est épidermique ou plus rarement (*Meliola polytricha*, *Asterina asperulispora*, etc.) sous-épidermique.

La structure des suçoirs est la même chez les Érysiphacées; la forme suit les règles générales indiquées par Maire :

(¹) Séance du 7 décembre 1914.

(²) R. Maire, *Les suçoirs des* Meliola *et des* Asterina (*Annales Mycologici*, t. VI, 1908, p. 124).

(³) Ce fait se produit plus rarement chez des espèces à hyphopodies (*Asterina clavispora*).

I. *Meliola*. — Les suçoirs sont en général simples : *Meliola amphitricha* (¹) Fr. var. (P. 234 pro part.), *M. nidulans* (Sch.) C. (R. 896), *M. Lippiæ* Maublanc, etc., rarement à renflements jumeaux : *M. polytricha* Kalch. et C.? (P. 153, pro part.), parfois la surface porte de petites tubérosités dans lesquelles se prolonge la cavité. Ces suçoirs sont rarement dans les cellules sous-épidermiques (*M. polytricha*?) Le filament qui part de l'hyphopodie se renfle avant d'arriver à la cavité cellulaire en refoulant la paroi interne de manière à former un suçoir à saillie hémisphérique ou difforme.

II. *Asterina*. — Chez les *Asterina*, les suçoirs sont pourvus de digitations qui en multiplient la surface comme dans ceux d'*Erysiphe graminis*. *Asterina* (ex *Meliola*) *clavispora* Pat. (R. 5631) est remarquable par ses spores dont la cellule inférieure est cloisonnée et par ses suçoirs; ceux-ci sont sphériques, à double paroi très nette; la partie inférieure produit un ou un petit nombre de filaments fins qui parcourent la cellule en donnant çà et là des renflements unilatéraux. Chez les pycnides d'*Asterina anonicola* P. Henn. (P. 149), le renflement primitif émet des diverticules variqueux cloisonnés remplissant la cellule épidermique d'un pseudo-parenchyme; la disposition est analogue chez *A. Balansæ* Speg. (R. 5243), mais le renflement initial est peu distinct.

Un autre type dérivant du premier se montre chez *Asterina* (ex *Dimerosporium*) *abjecta* Fuckel (R. 3938), le renflement plongé dans la cellule-hôte forme à sa base des digitations serrées peu ramifiées et rayonnantes; dans la plupart des autres *Asterina*, le renflement plus ou moins irrégulier est couvert en totalité ou en partie de ces digitations serrées formant une masse compacte globuleuse, ovoïde, pyriforme ou réniforme : *A. myocoproides* Sacc. et Berl. (R. 3657), *A. Balanseana* Karst. et Roum. (R. 5423), *A. guaranitica* Speg. (R. 5242), *A. (Englerulaster) asperulispora* Gaillard (U.), etc.

L'étude des suçoirs d'*Englerulaster asperulispora* confirme le peu de valeur de la distinction faite entre *Asterina* et *Englerulaster*; il est probable qu'une étude des Englerulacées donnerait des résultats semblables.

Les suçoirs d'*A. anonicola* et d'*A. Balansæ* font transition, semble-t-il, avec le cas de certains champignons appartenant à d'autres groupes et dont les conceptacles, seuls superficiels, envoient dans la feuille un mycélium intracellulaire : (*Seynesia*) *Hammariana* P. Henn. (P. 358), *Parmularia Styracis* Lév. (P. 387); on peut de même considérer comme suçoirs non

(¹) Les noms scientifiques des exsiccata ont été, en général, conservés; quand le nom générique est inexact, il est placé entre parenthèses. il en est de même des noms des subdivisions du *G. Asterina sensu lato*. R. = Roumeguère, *Fungi selecti exsiccati*; P. = Puttemans, *Fungi S. Paulenses*; U. = ch. recueilli par Ule au Brésil.

différenciés le mycélium subcuticulaire du faux *Asterina pelliculosa* (R. 4842) se reliant aux conceptacles par des perforations de la cuticule et celui du *Dimerosporium Gnaphalii* P. Henn. (P. 375) en relation avec un mycélium superficiel.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les échanges nutritifs chez les végétaux. Rôle du protoplasme.* Note [1] de M. P. Mazé, présentée par M. Roux.

On peut établir par l'expérience que c'est le protoplasme vivant qui règle, chez les végétaux, les échanges nutritifs avec le milieu extérieur.

Il suffit pour cela de soumettre la cellule végétale à l'influence d'agents physiques ou anesthésiques qui agissent sur le protoplasme, sans modifier sensiblement l'état chimique ou physique de la membrane cellulosique.

Je résumerai brièvement mes observations relatives à l'action de la chaleur et à celle du chloroforme.

Action de la chaleur. — Pour étudier l'action de la chaleur, j'ai utilisé des plantes de maïs d'un poids sec moyen de 8g à 10g, cultivées en solution aseptique dans des flacons de 2l de capacité. Les flacons sont placés dans un bain-marie à 55°-60° ou dans la glace fondante.

L'activité de l'absorption est mesurée par la perte d'eau due à la transpiration. Pour mettre en évidence l'influence de la température j'ai évalué, avant l'expérience, le poids de solution évaporé par chaque plante pendant un temps déterminé; ces chiffres sont inscrits sous la rubrique *essais d'épreuve* dans les Tableaux I et II qui renferment respectivement les poids de solution évaporés par les plantes placées dans le bain-marie ou dans la glace fondante et par des plantes témoins disposées à côté des précédentes :

Tableau I. — *Eau évaporée (en grammes) par les plantes placées dans le bain-marie.*

Intervalles des pesées.	24 heures (essai d'épreuve).		30 heures.	48 heures.	3 jours.
N° 1....	56	Bain-marie....	50	58	75
N° 2....	65	Id..........	54	28	24
N° 3....	62	Témoin.......	58	75	202
N° 4....	50	Id..........	51	52	178

(1) Séance du 7 décembre 1914.

Tableau II. — *Glace fondante.*

Intervalles des pesées.	4 jours (essai d'épreuve).		2 jours.	24 heures.	4 jours.
N° 1....	468	Glace fondante.	»	»	210
N° 2....	303	Id..........	35	35	123
N° 3....	486	Id..........	»	»	118
N° 4....	402	Témoin.......	161	124	400
N° 5....	255	Id..........	109	95	300

Il résulte des chiffres du Tableau I que l'absorption reste normale à la température de 55°-60° pendant 30 heures; elle décroît ensuite progressivement jusqu'à la mort des racines.

A 0°, la fonction perd instantanément la plus grande partie de son activité comme l'indiquent les chiffres du Tableau II.

Ces températures ne peuvent modifier sensiblement les membranes cellulosiques; leur influence porte donc uniquement sur le protoplasme.

Action du chloroforme. — La méthode précédente ne convient pas à l'étude de l'action des anesthésiques parce que leur influence se ferait sentir sur toutes les parties du végétal.

J'ai soumis simplement des fragments de racines de betterave et de poire (Duchesse) à l'action de l'eau distillée chloroformée.

Les échanges se font alors de l'intérieur vers l'extérieur et la quantité de sucre excrété permet de mettre en évidence l'influence de l'anesthésique.

Les solutions de chloroforme ont été préparées de la façon suivante : 1^{cm^3}, 2^{cm^3}, 5^{cm^3}, 10^{cm^3} de solution saturée sont répartis dans des tubes à essai de 60^{cm^3} et complétés à 25^{cm^3} par addition d'eau distillée. Une cinquième série de tubes reçoit 25^{cm^3} de solution saturée; je rappelle que le chloroforme est très peu soluble dans l'eau.

Des cylindres de pulpe de racine, de poids moyen de 5^g et de 10^{mm} de diamètre, taillés aseptiquement à l'emporte-pièce, sont répartis, dans les solutions précédentes, également aseptiques, à raison de 1 fragment par tube. Des morceaux introduits dans le même volume d'eau distillée servent de témoins. On procède de même pour la pulpe de poire dont les fragments ont un poids de $4^g,25$.

La richesse saccharine de la betterave était de 7,5 pour 100; celle de la poire atteignait 11,22 pour 100 dont 1,72 de saccharose; mais je n'ai pas tenu compte de ce dernier sucre dans les résultats de l'expérience.

Les tubes ont été placés à l'étuve réglée à 30°. Les résultats sont consignés dans le Tableau III.

TABLEAU III.

Solution saturée de chloroforme dans 25cm³ de liquide.	Pulpe de betterave. Sucre total excrété en		Pulpe de poire. Sucres réducteurs excrétés en		
	48 heures.	4 jours.	22 heures.	44 heures.	60 heures.
cm³	mg	mg	mg	mg	mg
1............	127,08	193,7	»	»	»
2............	155,6	270,8	»	»	»
5............	362,5	288,3	290	343	325
10............	404,1	354,1	316	333	325
25............	366,6	279,1	302	345	321
0 (témoins)..	77,8	181,2	309	325	363

La pulpe de poire, qui est un tissu mort, n'est pas sensible à l'action du chloroforme; l'excrétion s'effectue suivant les lois de l'osmose.

La pulpe de betterave cède son sucre au liquide ambiant exactement comme si ce dernier se substituait au suc cellulaire. La solution sucrée s'extravase et se réunit au fond des tubes, avec une vitesse qui varie avec la richesse de l'eau en chloroforme. Cette vitesse présente un maximum accidentel dû à ce fait que, dans la solution saturée, les cellules sont tuées par le chloroforme avant l'excrétion complète du sucre. Les fragments de pulpe flottent dans la solution sucrée pendant 2 ou 3 jours, puis, la diffusion faisant son œuvre, les cellules mortes se laissent de nouveau pénétrer par le sucre; c'est pour cette raison que le liquide ambiant renferme moins de sucre après 4 jours de présence à l'étuve qu'au bout de 48 heures.

Ces résultats montrent donc que c'est le protoplasme vivant qui règle ses relations avec le milieu extérieur, indépendamment des lois de l'osmose. Dans cet ordre de phénomènes, son activité est essentiellement variable et se règle sur le travail chimique qui s'accomplit dans la cellule. Sa faculté d'adaptation tient à sa mobilité et par conséquent à son état colloïdal.

HYGIÈNE. — *Sur l'alimentation et la force des Arabes.*

Note de M. **Jules Amar**, présentée par M. Laveran.

Au moment où plusieurs milliers d'Arabes de l'Afrique du Nord combattent sous nos drapeaux, je voudrais appeler l'attention de l'Académie sur les résultats d'expériences que je fis sur leur *force* et leur *alimentation*, au cours d'une mission officielle de trois années (1907-1909). Il s'agissait alors

du projet Messimy relatif à la *conscription indigène*, et mes recherches furent étendues à des centaines de sujets marocains, algériens et tunisiens.

Des différents facteurs, physiologiques et psychologiques, qui modifient le rendement de l'énergie arabe, je me propose, dans cette première Note, de définir le principal : l'*alimentation*, dans ses rapports avec la force musculaire.

Alimentation et force des Arabes. — A peu de choses près, nos indigènes du nord de l'Afrique ont la même cuisine, et, à ce qu'il semble, ceux de l'Inde, qui forment un élément de l'armée anglaise, observent des usages semblables. Nos observations trouveraient là aussi une utile application.

Deux séries d'expériences furent donc entreprises sur le mode d'alimentation des Arabes comparé au nôtre. Dans chacune, l'homme est mis en équilibre de nutrition par une *ration d'entretien* composée suivant les habitudes du pays, et tantôt il est laissé *en repos*, tantôt il produit un *travail* plus ou moins dur, mais très exactement mesuré et réglé (transport de fardeaux, courses à pied ou sur bicycle à frein, etc.).

Or, *à nombre égal de calories, il y avait accroissement de poids de l'organisme quand l'indigène s'alimentait selon ses traditions. En d'autres termes, de telles rations assuraient l'invariabilité de poids du corps avec une moindre dépense. Et surtout, l'utilisation de ces aliments sous forme de travail musculaire bénéficiait, d'après les mesures, d'une plus-value de* 7 *à* 10 *pour* 100.

Rappelons les faits essentiels.

a. Couscous. — Le plat national des Arabes est le couscous, fait de semoule roulée en petits grumeaux et soumise à la vapeur d'un pot-au-feu qui la fait foisonner. Elle se parfume ainsi de tout l'arome du potage. Et il faut noter que cette farine est roulée au moyen de beurre légèrement *ranci* appelé *dehn* ou *smen*.

L'analyse de cet aliment, rapproché du pain de munition, nous avait donné les résultats qui suivent :

	Couscous.	Pain de munition.
Albuminoïdes	4,27	7,62
Graisses	0,98	0,18
Amidon	35,78	56,25
Humidité	57,74	34,68
Sels	0,678	1,02
Cellulose	0,552	0,25
	100,000	100,00

En outre, l'*acidité* du couscous s'élève à $7^{cm^3},50$ de SO^4H^2 normal pour 100^g de matière fraîche. Cette forte acidité tient à l'emploi de la graisse rance dont nous

avons parlé, et que l'exposition à la vapeur du pot au feu dédouble partiellement en donnant de l'*acide butyrique*. Boussingault, après Young, avait autrefois constaté que cet acide favorise la nutrition [1].

Quoi qu'il en soit, un homme est mis en équilibre dynamique avec une ration sans couscous, et il effectue sur mon *bicycle à frein* un travail de 48290 kilogrammètres. Puis, pendant 6 jours, il refait ce travail, en mangeant du pain au lieu de couscous. *La ration d'entretien s'abaisse dans ce cas très sensiblement.*

Ainsi :

Avec couscous.

		cal
638g	de couscous	1204,65
400	de pain	976,88
80	de haricots	247,17
70	de lentilles	223,55
30	d'huile	259,50
60	de raisins secs	180,00
		3091,75

Sans couscous.

		cal
1100g	de pain	2666,42
80	de haricots	247,17
70	de lentilles	223,55
30	d'huile	259,50
60	de raisins secs	180,00
		3576,64

La ration contenant le couscous *économise* par conséquent près de 485^{cal}, soit plus de 15 pour 100 de la dépense des 24 heures.

b. Café. — Dans la ration habituelle de deux sujets, nous substituons, en infusion, 30^{g} *de café torréfié* à une quantité isodyname de pain. Il ne faut jamais dépasser cette dose. La ration d'entretien, pour un travail de 52147^{kgm}, réalise une *économie de 5 pour* 100 environ.

c. Thé. — C'est la boisson préférée du Marocain. Trois sujets reçoivent, chacun, 5^{g} *de thé* sec dans la ration, en substitution isodyname, et tout en faisant un même travail. L'économie fut du même ordre que ci-dessus. La dose de thé doit être tout au plus de 25^{g} par jour.

Je n'insisterai pas sur les effets des diverses substances qui entrent dans

(1) Boussingault, *Économie rurale*, t. II, 1844, p. 473.

la composition de la ration, par exemple de l'huile et des fruits secs très sucrés, tels que figues, dattes et raisins. Au point de vue physiologique pur, celles qui viennent d'être indiquées remplissent une fonction *d'épargne* incontestable. Elles agissent comme *aliments nervins* par les alcaloïdes du thé et du café, comme *dynamogènes* par les sucres et les graisses dédoublées dont l'énergie utile est supérieure à celle de tout autre corps. Il faut enfin considérer « l'influence psychique » si nettement établie par Pawloff : elle détermine les sécrétions digestives adéquates à la transformation des aliments qu'on aime. Il y a, dans les traditions alimentaires des peuples, des vérités physiologiques dont l'hygiène rationnelle doit tenir compte.

C'est à tous ces effets combinés que j'attribue la *résistance* des Arabes à la fatigue et la supériorité de leur rendement musculaire. Leur *force* se révèle surtout par la continuité, mais comme *puissance* en un temps très court elle égale à peine celle des Européens. Le citadin est plus fort que le campagnard, l'ouvrier que le paysan. L'allure des contractions musculaires n'est rapide que chez les Kabyles et les Marocains, dont la résistance au travail est plus grande.

Dans la *marche*, et sous un chargement de 40^{kg} à 45^{kg}, la vitesse horaire du meilleur effet atteint $4^{km},800$ à 5^{km}, combinée avec des repos courts et fréquents. Il est possible, dans ces conditions, de parcourir 35^{km} par jour et durant plusieurs mois de suite, sans affaiblir l'organisme.

Eu égard aux données de l'expérience ([1]), il s'agit de proportionner l'alimentation aux besoins dynamiques des hommes en veillant strictement à lui laisser sa composition normale; il s'agit aussi d'interdire rigoureusement les *boissons alcooliques* et de les suppléer, chez les indigènes, par les infusions de thé ou de café, en plus d'une *eau* saine. L'Arabe n'a point d'accoutumance à l'alcool; dans certaines de mes expériences, 50^{g} à 60^{g} de ce liquide dépriment notablement ses forces physiques. Et il y aurait tout à craindre de la température basse et de la fatigue agissant sur les centres nerveux.

([1]) JULES AMAR, *Le moteur humain*, p. 286, 493. Paris, 1914.

BACTÉRIOLOGIE. — *L'hémoglobinurie bovine du Chili (maladie à parasites spirochétiformes)* [1]. Note de M. JULES BLIER, présentée par M. E. Roux.

Il existe au Chili, dans la région de Santiago, une hémoglobinurie de l'espèce bovine, connue dans le pays sous le nom de *Meada de Sangre*. C'est une affection saisonnière généralement rare, plus fréquente à l'automne austral (février, mars) et dont le symptôme fondamental est une émission d'urine hémoglobinurique accompagnée de fièvre, d'exophtalmie, de fureur, de vertige, d'ictérisme généralisé, d'expulsion de sang par l'anus et de gencives souvent sanguinolentes. La maladie évolue d'ordinaire en 48 heures et se termine presque toujours par la mort. Dans les exploitations riches en bétail importé, elle peut tuer annuellement jusqu'à 5 pour 100 des bovidés aldultes. Mais, dans l'ensemble du Chili, elle est beaucoup moins fréquente que le charbon bactéridien avec lequel on la confond. Cette confusion est aggravée par la présence de charbon symptomatique.

C'est le docteur chilien A. Poupin qui, en 1905, devant l'absence de la bactéridie de Davaine dans la rate des sujets frappés d'hémoglobinurie, a montré qu'il s'agissait en réalité d'une maladie entièrement distincte du charbon (*Bulletin de l'École pratique d'Agriculture de Santiago*, 1905).

Les lésions, à la condition d'abattre l'animal au début de la crise hémoglobinurique, révèlent une ressemblance marquée avec la fièvre jaune (coloration jaunâtre des chairs et des séreuses, sang en nature dans les réservoirs gastriques, hypertrophie de la vésicule biliaire avec hémoglobinurie et foie atteint de dégénérescence jaunâtre, piqueté, avec de petits foyers hémorragiques gros comme un pois, dans lesquels se retrouve le parasite qui est la cause de la maladie). A noter l'hypertrophie de la rate, des altérations profondes des capsules surrénales, des hémorragies sous-cutanées circinées et souvent, sur le diaphragme, une vraie roséole; à noter aussi parfois un œdème sous-cutané sanguinolent, découvert en 1908 par le Dr M. Cadiz et qui coïncide peut-être avec l'introduction du virus. Ces lésions disparaissent si la maladie se déroule jusqu'à la mort. L'abattage précoce est la clef de tout. Le microbe spécifique a pu longtemps passer inaperçu, car, comme dans la spirillose des oies de Sakharoff, la bactériolyse précède l'agonie. Malgré l'hémoglobinurie la maladie n'est pas une

[1] Travail du Service vétérinaire national du Chili.

piroplasmose. Divers chercheurs ont fixé ce point (Lucet, Lignières, Sivori, Mamerto Cadiz, Mabilais, Blier). Les ixodes sont inconnus dans les exploitations atteintes.

L'hémoglobinurie est due à un agent que j'ai vu pour la première fois le 27 novembre 1912 et toujours retrouvé ensuite par l'abattage au début des symptômes. Il est prudent d'avoir la plus grande réserve sur la classification qu'on peut actuellement lui assigner. Il évoque, à première vue, les spirilles ou les spirochètes, mais il diffère d'eux par une plasticité qui lui permet une contraction considérable.

Plus long que la plupart des spirochètes connus, il peut dépasser 60$^{\mu}$, sa largeur est alors de 1$^{\mu}$. Plus court, il est renflé dans sa partie centrale. Il est parfois pourvu de quelques ondulations d'amplitude régulière, mais qui ne se trouvent jamais au même endroit du corps. Celui-ci a une extrémité beaucoup plus effilée que l'autre et il prend au Giemsa une coloration uniforme. Teinté par le bleu Borrel-éosine, il révèle quelquefois des granulations d'un rouge vif et d'un aspect réfringent. D'ordinaire, cet agent a la forme d'un spirochète, mais rappelle des parasites décrits ou figurés par les frères Sergent (genre provisoire *Sergentella* de Brumpt, 1910), Bowhill, Nuttall, Balfour, Wenyon, Castellani et dont la plupart ont été rencontrés chez des Ruminants africains. Un très bon cliché microphotographique a révélé un flagelle à chaque extrémité; ils sont inégaux.

C'est l'agent spécifique de la maladie, car prélevé dans les petites lésions hémorragiques du foie d'un sujet abattu au début des symptômes, désensibilisé par lavage pendant 15 minutes dans du bouillon stérile tiède et inoculé dans la cavité abdominale des Bovidés neufs, il reproduit sur ceux-ci l'affection, mais avec des symptômes bénins (fièvre légère, roséole hépatique, hémoglobinurie biliaire et présence du parasite dans les lésions). L'incubation est de 5-6 jours; pendant qu'elle évolue, la double centrifugation permet de retrouver le microbe dans le sang. Comme dans la fièvre jaune la transmission n'est possible qu'au début. Les inoculations expérimentales ont été réalisées depuis janvier 1914 dans l'exploitation de M. Alberto Cousiño, au Chili, et ont été interrompues par la guerre. Je ne sais pas encore si cette inoculation bénigne confère une immunité utilisable.

La désensibilation du virus, qui constitue une méthode nouvelle d'inoculation, paraît indispensable et tous les autres modes d'inoculation ont échoué entre mes mains.

L'agent spécifique n'a jamais été, dans des autopsies très nombreuses, rencontré chez des sujets indemnes, contrairement à divers Protozoaires (Sarcosporidies, trypanosome de Theiler, etc.). De plus chez les atteints il

n'existe que dans les lésions. Sa recherche peut être fort longue et il n'a pas encore été vu vivant.

Comme dans la fièvre jaune, on note des guérisons. Des récidives se produisent, jamais dans la même saison. Elles sont tout à fait exceptionnelles. Il est permis de les attribuer à une réinfection et, comme elles ont lieu à plusieurs années de distance, une certaine immunité est probable.

Les jeunes ne sont presque jamais frappés, ce qui est une parenté de plus avec la fièvre jaune. J'ai noté, mais une seule fois, un cas de transmission au fœtus.

Le caractère sporadique de l'hémoglobinurie autorise fortement l'hypothèse d'une contagion indirecte. L'agent transmetteur est inconnu, mais beaucoup d'éleveurs incriminent un Acarien du genre *Tetranychus* qui vit dans l'herbe en tissant des toiles et qui est ingéré avec le fourrage par les Bovidés. Cette opinion est très contestée, mais elle vaut souvent à la maladie le nom de *tela araña* (toile d'araignée). Quelques propriétaires font disparaître dans les prés cette toile par des chevaux qui traînent un grand fagot à la surface du sol.

Les pluies persistantes de l'automne chilien coupent à peu près l'enzootie.

Enfin, chez les sujets morts de la maladie, il semble qu'une ou plusieurs substances, de nature inconnue, retardent beaucoup la putréfaction.

HYGIÈNE. — *Influence de la radioactivité de l'air sur les gouttelettes microbiennes de l'atmosphère*. Note de MM. **A. Trillat** et **Fouassier**, présentée par M. A. Laveran.

Les résultats publiés dans de précédentes Notes ([1]) ont déjà montré l'extrême sensibilité des gouttelettes microbiennes en suspension dans l'atmosphère vis-à-vis les agents chimiques et physiques. Il nous a paru intéressant d'expérimenter l'action de la radioactivité sur des buées microbiennes artificiellement produites dans un espace limité soumis aux émanations d'une source radioactive de faible intensité.

Rappelons que l'influence des émanations du radium sur les microorganismes a déjà été étudiée par plusieurs auteurs, qui leur ont généralement attribué une influence antiseptique. Récemment, Stoklasa ([2]), en opérant

([1]) *Comptes rendus*, t. 154, p. 116, 786, 1625; t. 155, p. 1184; t. 158, p. 1441, etc.
([2]) *Comptes rendus*, t. 157, p. 879.

sur les microbes fixateurs d'azote, a reconnu que les émanations de radium avaient par contre une influence favorisante. Nos expériences, qui expliquent, comme on le verra plus loin, ces résultats qui semblent contradictoires, sont différentes comme technique et comme signification, de celles de ces auteurs : elles ont eu pour but de montrer, par un exemple approprié, que la radioactivité de faible intensité, telle que celle qui peut exister naturellement, exerce une influence spéciale sur les microbes en suspension dans l'air sous forme de fines gouttelettes. A ce titre, cette étude rentrait donc dans le cadre du travail entrepris par l'un de nous depuis plusieurs années sur le mécanisme de la contagion par l'intermédiaire de l'air.

Mode opératoire. — La substance radioactive est placée sur un plateau de verre et recouverte d'un cylindre de verre de 60^l de capacité, muni d'un couvercle également en verre. Les cylindres, au nombre de quatre (deux pour les essais, autant pour les témoins), sont exposés dans un local tranquille, d'une température invariable et uniformément éclairé; ils renferment, disposées sur le sol, des boîtes de Petri qu'on peut découvrir de l'extérieur, grâce à un dispositif spécial. On laisse d'abord les émanations s'accumuler pendant 24 heures dans l'intérieur des cylindres des essais : on y pulvérise ensuite l'émulsion aqueuse microbienne préparée d'après la technique déjà plusieurs fois indiquée. Après 10 minutes (à ce moment, il n'existe plus dans l'atmosphère des cylindres que de fines gouttelettes invisibles), on découvre avec précaution de 15 en 15 minutes les boîtes de Petri qui restent exposées à la buée microbienne pendant 2 heures : on a constaté qu'après ce temps il n'y avait plus de germes vivants dans l'atmosphère des récipients.

Le nombre de colonies ayant poussé sur les plaques est évidemment proportionnel à la richesse microbienne de l'air expérimenté.

Voici les résultats fournis dans une série d'expériences dans lesquelles on a étudié l'effet simultané des rayons α, β, γ en utilisant la pechblende (100^g par cylindre) comme substance radioactive; la dispersion électrique était évaluée au moyen d'un électroscope; le microbe choisi était toujours le *B. prodigiosus* pour les raisons que nous avons déjà indiquées. Dans toutes ces expériences, la durée de charge par les émanations a été de 24 heures; les boîtes de Petri ont été ouvertes 30 minutes après la pulvérisation. A ce moment, il a été calculé une fois pour toutes que la vitesse de chute des gouttelettes microbiennes était d'environ 1^{cm} en 5 minutes.

Les chiffres des Tableaux suivants correspondent au nombre de colonies par plaques.

Tableau I.

	I.		II.		III.		IV.	
Témoins...	180	220	50	65	280	340	250	220
Essais.....	580	700	200	480	800	760	950	800

Tableau II.

	I.		II.		III.	
Témoins................	310	250	250	320	800	450
Essais..................	120	55	15	15	200	15

On voit par ces Tableaux que, si les expériences ne sont pas concordantes d'une série à l'autre, elles sont comparables pour chaque série : la lecture des résultats indiquent suffisamment qu'ils ne sont pas l'effet du hasard et que, dans nos conditions d'expériences, il y a une plus-value de microbes parfois considérable dans l'atmosphère de l'air activé. Par contre, si l'on accumule la charge d'émanations pendant plusieurs jours sous les cloches, on obtient des résultats diamétralement opposés, comme l'indique le Tableau II. Ainsi se trouve encore vérifiée cette différence de mode d'action des agents physiques ou chimiques sur les gouttelettes microbiennes selon leur intensité et leur durée d'action, différence que nous avons déjà signalée à propos de l'influence des gaz aliments.

Les résultants favorisants du Tableau I doivent-ils être uniquement rattachés aux effets directs des émanations sur les microbes eux-mêmes? Nous ne le pensons pas, car dans le cas actuel, bien différent de celui des gaz aliments ([1]), on doit faire intervenir dans le phénomène les effets de la plus grande conductibilité de l'air due à l'ionisation produite sous l'influence des émanations. On sait aujourd'hui que les charges électriques sur les particules de l'air sont capables de provoquer la condensation dans une atmosphère humide : cette propriété explique bien la chute plus abondante et plus rapide de gouttelettes microbiennes sur les terrains de culture.

Des foules de circonstances peuvent modifier la radioactivité de l'atmosphère : on sait aussi que l'activité de l'air emprisonné dans le sol varie avec la nature des terrains. Toutes ces considérations, jointes à l'ensemble de nos expériences, montrent que la connaissance des propriétés de l'air faiblement ionisé, vis-à-vis les microbes en suspension dans l'air, était utile à signaler.

([1]) *Comptes rendus*, loc. cit.

M. Théodore Bodde adresse une Note intitulée : *Propulseurs aéronautiques.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. F. Garrigou adresse une Note intitulée : *Ce que, dans un appareil à lentille plan-convexe, on peut reconnaître sur toutes les radiographies* (positives et négatives, sur verre et sur papier), *par un examen suffisamment prolongé, avec des lumières variées.*

A 16 heures et quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures trois quarts.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 21 DÉCEMBRE 1914.

PRÉSIDÉE PAR M. PAUL APPELL.

En ouvrant la séance M. **Paul Appell** prononce l'allocution suivante :

Messieurs,

L'année qui va finir a été scindée par une discontinuité formidable. Dans la première période nos travaux ont suivi leur cours régulier; dans la seconde, ils ont été dominés par la pensée constante de la défense nationale.

L'importance du rôle de notre Académie s'accroît d'année en année. Presque tout le développement de la civilisation moderne prend ses racines dans les recherches scientifiques, c'est-à-dire dans l'étude, la coordination et la généralisation des faits et des idées qui se prêtent à des mesures exactes ou à des comparaisons précises. Le domaine de la Science ainsi entendue est illimité : il s'étend des plus hautes abstractions aux applications les plus pratiques, du monde des étoiles et des nébuleuses à celui des atomes et des molécules; de la Mécanique céleste aux usines, aux cuirassés et aux aéroplanes; des phénomènes délicats de la Physique et de la Chimie aux grandes industries, à la téléphonie, à la télégraphie sans fil et aux explosifs; des organismes vivants les plus complexes dans le présent et dans le passé aux êtres microscopiques; des expériences de la Physiologie et de la Microbiologie à l'Agriculture, à la Médecine et à la Chirurgie. Si, de tout temps, l'évolution de la Philosophie a suivi celle de la Science, les travaux modernes sur les principes de la Géométrie et de la Mécanique, la critique des notions d'espace et de temps, les tentatives hardies pour rattacher simultanément ces deux notions à la théorie des groupes de transformations, ont ouvert des voies entièrement nouvelles dans l'étude des fondements de nos connaissances.

La recherche de la vérité scientifique par une âme éprise de beauté morale est l'effort le plus noble que puisse se proposer une existence humaine. Mais l'étude des sciences, détournée d'un idéal constant de droit et d'humanité, engagée dans la voie d'une étroite spécialisation, disciplinée en vue de la domination, réduite principalement à l'efficacité pratique, conduit rapidement à une civilisation d'égoïsme, de dureté et de matérialisme, à une sorte de barbarie savante comme celle qui a gagné peu à peu l'Allemagne contemporaine. Si l'acquisition de l'esprit scientifique est indispensable à l'éducation, les autres éléments qui doivent y être joints pour former un homme, digne de ce nom, nous sont indiqués par les « humanités », dont s'occupent nos confrères des autres Académies: la philosophie et l'histoire, les sciences religieuses et sociales, le droit des individus et des nations, les créations des penseurs et des artistes. Encore faut-il ne pas confondre l'instruction et l'érudition avec l'éducation, l'action laborieuse d'acquérir des connaissances avec l'épanouissement intime de la civilisation. La véritable éducation doit développer une religion intérieure, une conscience toujours plus sensible et plus haute, l'amour de la clarté, la puissance de former des idées générales, le culte de la justice, le respect des autres hommes.

C'est cette culture harmonieuse que la France a, de tout temps, recherchée; c'est elle qui se trouve menacée aujourd'hui; c'est en la voyant en péril que le président Butler, de l'Université Columbia, s'est écrié [1] :

« Que faut-il donc penser? La Science, la Philosophie, la Religion ne sont-elles donc que mots vides de sens, faux semblants hypocrites?... Ont-ils perdu toute leur peine, les hommes de pensée et les hommes d'action qui ont consacré un si long effort à substituer dans le monde le règne de la Justice au règne de la force brutale? Il faut répondre : Non, mille fois non! »

La conscience américaine a formulé ainsi la réponse universelle qui est pour notre idéal le gage certain du triomphe.

Parmi les événements d'ordre scientifique de l'année, se place d'abord l'inauguration du monument de notre confrère Marey, l'un des savants qui

---

[1] *Revue du Mois*, t. XVIII, 3e livraison, p. 318-319.

ont illustré le plus la Physiologie moderne. Ainsi que l'a dit M. Richet [1], il est de ceux qui laissent une œuvre si solide, si féconde, si parfaite que chaque année voit augmenter leur gloire. Et en effet, sur une œuvre scientifique bien établie, le temps n'a pas de prise. Telles pages de Descartes sur « la Géométrie analytique », de Harvey sur « les contractions du cœur », de Lavoisier sur « les combustions respiratoires », restent intactes et intangibles, comme les marbres des statuaires grecs dont vingt siècles n'ont pu effacer la beauté. La pensée profonde que Marey a conçue dans sa jeunesse ardente et géniale, et qu'il a réalisée par ses travaux a été de créer des méthodes permettant l'inscription directe et précise du mouvement, soit par des tracés graphiques, soit par des photographies prises à intervalles assez rapprochés pour que la continuité apparaisse. L'homme qui court, le cheval qui galope, l'oiseau qui vole, le cœur qui bat, exécutent des mouvements dont notre œil ne saisit qu'une confuse moyenne. Les photographies de Marey en donnent l'analyse exacte : il suffit ensuite de réaliser la synthèse des images successives, à l'aide d'un procédé employé depuis longtemps dans certains jouets, pour obtenir le cinématographe. Cet appareil, dont les applications scientifiques sont innombrables, a donc son origine dans les travaux de Marey. Il présente le grand intérêt philosophique de permettre au savant d'avoir enfin prise sur le temps qui, jusqu'alors, avait été la variable indépendante par excellence. Une fois qu'un phénomène est enregistré, on peut le répéter, dans ses phases successives, en l'accélérant ou en le retardant à volonté. C'est ainsi que le ralentissement permet d'étudier à loisir les battements du cœur, les mouvements des ailes d'un oiseau, et que l'accélération fait apparaître en quelques minutes la germination d'une plante ou l'éclosion d'un œuf. On peut même changer le signe de la variable et remonter le cours du temps. Marey a donc été un inventeur génial, un homme qui a tiré quelque chose du néant : c'est peu que de perfectionner une découverte, l'essentiel est de la faire.

Les physiciens français se sont, cette année, vivement préoccupés de la construction d'un électro-aimant gigantesque, dans lequel l'intensité et les dimensions du champ seraient de beaucoup supérieures à celles des plus

---

[1] *Inauguration du monument élevé à la mémoire de Étienne-Jules Marey, au Parc des Princes, à Boulogne-sur-Seine, le mercredi* 3 *juin* 1914, p. 11. Paris, Gauthier-Villars.

puissants appareils actuellement en usage. Un aimant de cette nature permettrait des recherches absolument nouvelles sur les propriétés magnétiques de la matière aux diverses températures, sur la constitution des milieux cristallisés, sur le phénomène de Zeeman, la polarisation rotatoire magnétique et, dans un autre ordre d'idées, sur les modifications des phénomènes vitaux sous l'action du champ magnétique. Le Conseil de la Faculté des Sciences de Paris, frappé de l'importance de ces recherches, avait réservé, sur les fonds que la libéralité de M. Commercy a mis à sa disposition pour l'avancement des Sciences, une somme de *cinquante mille francs*, comme un premier appoint, assurément très faible, à la dépense totale exigée pour la réalisation du projet. Le prince Bonaparte, dont la générosité active est toujours prête à seconder les grandes entreprises scientifiques françaises, s'intéressa vivement à cette question. A sa demande, une Commission officieuse, composée des hommes les plus compétents de notre Académie, fut constituée, afin d'étudier dans quelles conditions la France pourrait être dotée d'un instrument unique au monde. Cette Commission a tenu de nombreuses séances, pour discuter les divers projets et entendre les spécialistes les plus autorisés : ses travaux ont été publiés [1] en une brochure qui fera honneur à notre Académie. Ses conclusions peuvent, sans qu'il y ait à citer aucun nom propre, se résumer ainsi : Il est désirable qu'il soit créé un important laboratoire de recherches magnétiques; ce laboratoire serait placé sous le haut patronage de l'Académie et administré par l'Université de Paris; on y installerait les électro-aimants les plus puissants des types présentés.

Pendant que nous rêvions ainsi d'un aimant gigantesque destiné à accroître le champ des connaissances humaines, l'Allemagne, entraînée par son rêve de domination mondiale, préparait en secret des mortiers monstrueux en vue d'une attaque foudroyante contre les forteresses belges et françaises; quand elle jugea l'heure favorable, elle déclara la guerre à la Russie et à la France, et viola la neutralité belge. Depuis les premiers jours d'août, notre Académie n'a eu qu'une pensée : seconder le Gouvernement dans la défense de la Patrie et de la Liberté.

Dès la séance du 3 août, elle faisait savoir au Gouvernement que tous ceux de ses Membres qui n'étaient pas mobilisés dans un service public se

---

[1] *Travaux de la Commission chargée d'examiner dans quelles conditions pourrait être construit un électro-aimant d'une puissance exceptionnelle.*

tenaient prêts à aider à la défense nationale, chacun selon sa spécialité. Après la séance, elle constituait à cet effet, en Comité secret, six grandes Commissions, sous les dénominations suivantes :

1° Mécanique (y compris l'Aviation);
2° Télégraphie sans fil;
3° Radiographie;
4° Chimie (y compris les explosifs);
5° Médecine, Chirurgie, Hygiène;
6° Alimentation.

Toutes ces Commissions ont travaillé de leur mieux; le moment n'est pas venu de parler des rapports qu'elles ont présentés et des résultats qu'elles ont atteints.

Le 10 août, l'Académie a adressé à ses Correspondants de Belgique, M. Boulvin à Gand et M. Francotte à Bruxelles, l'expression de sa fraternelle amitié et de sa profonde admiration pour le peuple et pour l'armée belges. Nous renouvelons aujourd'hui, d'une façon solennelle, l'expression de ces sentiments, en y joignant notre protestation indignée contre la destruction des trésors de l'Art et de la Science, les attentats à la liberté, à la vie et aux biens des non combattants, commis systématiquement pour punir de nobles nations de n'avoir pas hésité entre les lois de l'honneur, le respect des traités, l'amour de l'indépendance et les basses suggestions de l'intérêt matériel ou de la peur.

Messieurs, dans cette séance solennelle, votre Président doit adresser un fraternel adieu à ceux de nos Confrères et de nos Correspondants que la mort nous a enlevés depuis un an.

Notre Académie a été frappée au cœur : le 28 mai, elle a perdu le plus ancien de ses Membres, van Tieghem, Secrétaire perpétuel pour les Sciences physiques.

Philippe van Tieghem naquit à Bailleul, le 19 avril 1839. Orphelin dès son plus jeune âge, il fut élevé par son oncle et sa tante, Paul et Stéphanie Bubbe, et, plus tard, par ses sœurs. C'était, dans la petite ville natale, un milieu de vertus bourgeoises et rigides que la maison de Paul Bubbe [1]; on s'y montrait fermé aux sollicitations du dehors et même aux simples

[1] Ces détails sont empruntés à un article de M. Bocquet, paru dans le *Grand Écho du Nord et du Pas-de-Calais*, le 29 mars 1909, qui m'a été communiqué par la famille. (P. Appell.)

joies de la famille : le puritanisme y régnait. L'adolescence de Philippe van Tieghem s'écoula dans cette froide solitude, à l'écart des relations coutumières et de la tendresse expansive. Pour égayer la grise monotonie de sa vie, l'enfant n'avait guère que la bibliothèque de son père, ouverte à sa curiosité en éveil, et la sagesse des vieux livres l'inclina de bonne heure vers l'étude. Mis à l'école primaire, il devint l'élève préféré du directeur qui le fit admettre au collège de Bailleul, où il se distingua par de brillantes études : dès la classe de seconde, il obtint le diplôme de bachelier; on devine aisément quel lustre en rejaillit sur le collège et sur le collégien. C'était quelque chose, en 1856, que d'être bachelier. Envoyé ensuite comme boursier au lycée de Douai, pour se préparer à l'École Polytechnique, il fut poussé par ses maîtres à se présenter aussi à l'École Normale supérieure, qui avait exactement le même programme : il y fut reçu second, dès son premier concours, en 1858.

Admis au laboratoire de Pasteur, il commença ses recherches sur la fermentation ammoniacale; son Mémoire, cité comme fondamental dans tous les Traités spéciaux, constitua, en 1864, sa Thèse de doctorat ès sciences physiques. Pasteur, que ses propres travaux conduisaient peu à peu vers les sciences naturelles, fut frappé des services que pouvaient rendre, dans le développement et dans l'enseignement de ces sciences, des hommes ayant reçu une culture élevée en Mathématiques, en Physique et en Chimie : il poussa alors de jeunes normaliens dans cette voie, nouvelle pour l'époque. L'influence de Pasteur et celle de Decaisne déterminèrent la vocation de van Tieghem, en l'entraînant plus particulièrement vers la science des végétaux.

Van Tieghem a été ainsi le premier de ces naturalistes normaliens, dont il est devenu le type achevé, et qui ont exercé une si heureuse influence sur le progrès des sciences naturelles. Il se fit rapidement connaître dans ce nouveau domaine et, avant même qu'il devînt docteur ès sciences naturelles, il fut, sur la présentation de Nisard et de Pasteur, nommé, à 25 ans, maître de Conférences de Botanique à l'École Normale supérieure. On donna au jeune maître, sous les toits, un tout petit laboratoire dont le service était fait par le jardinier de l'école, quand il avait quelques loisirs; c'est là que, construisant et nettoyant lui-même ses appareils, van Tieghem fit quelques-unes de ses plus belles recherches expérimentales. Sa thèse sur l'anatomie des Aroïdées, qu'il présenta en 1866, « est, dit Duchartre, un travail considérable, dans lequel abondent les faits soigneusement observés et dont la portée est non seulement anatomique, mais encore physiologique ».

Ces trois branches de la Biologie générale : fermentation, anatomie, physiologie, qui apparaissent dans les premiers travaux de notre savant confrère, furent constamment cultivées par lui et forment la partie principale de son œuvre. Ses Mémoires, marqués au coin de la solide méthode pastorienne, sont rédigés avec une originalité de vues et une élégance d'exposition qui en font des modèles classiques. Je ne puis donner ici qu'un aperçu général sur l'ensemble de cette œuvre : je me limiterai aux travaux fondamentaux, à ceux qui ont ouvert des voies nouvelles dans la Science.

Il faut placer en première ligne les belles expériences et les délicates observations sur l'agent de la fermentation butyrique, le *Bacillus Amylobacter*, l'un des organismes les plus répandus dans la nature, qui détruit, en les simplifiant, les corps organisés en décomposition : on sait que van Tieghem a retrouvé ce même bacille sur des coupes minces, pratiquées dans des concrétions silicifiées de l'époque carbonifère, montrant tous les détails de la structure du microbe admirablement conservés et prouvant ainsi que le mécanisme biologique des fermentations n'a pas changé depuis ces époques si reculées de l'histoire de la Terre.

La Thèse sur les Aroïdées fut le point de départ des études d'Anatomie, si nombreuses et si étendues, dans lesquelles van Tieghem a développé l'esprit de saine généralisation qu'il devait à l'étude approfondie des Mathématiques et qui lui a permis de découvrir les lois de symétrie dans la structure des organes des plantes. Il mit ainsi en évidence, pour les végétaux, un plan d'organisation, en quelque sorte comparable à celui des animaux, mais presque uniquement accessible par la voie de l'histologie. Ces recherches le conduisirent à appliquer l'anatomie comparée à la classification des végétaux qui, jusqu'alors, était basée surtout sur les caractères extérieurs, et principalement sur l'examen des fleurs et des fruits; van Tieghem, avec cette sorte de subtilité qui caractérise son talent d'anatomiste, sut déceler les caractères les plus constants et les plus importants qui permettent de déterminer les familles, les genres et les espèces; de telle sorte qu'un observateur, en possession de ces caractères puisés dans tous les organes, peut actuellement déterminer une plante dont il ne possède qu'un petit fragment à l'état vivant ou même à l'état fossile.

En Physiologie, van Tieghem a fait preuve d'un esprit d'invention de premier ordre et d'une remarquable précision expérimentale. Il a montré le premier que le grain de pollen d'une fleur peut germer et se développer complètement, en dehors du stigmate et du style, et présenter, en culture sur de la gélose sucrée, une évolution totale qui donne alors naissance à un

long tube, parfois ramifié, prenant l'aspect des filaments des champignons inférieurs. Il a obtenu la germination des plantules de graines dont l'albumen naturel est remplacé par une pâte nutritive artificielle, puis il a fait la curieuse découverte de la vie dans l'huile, où certains organismes se développent à l'abri de l'oxygène, fructifient en se modifiant et donnent naissance à des fermentations spéciales.

Les beaux travaux de van Tieghem le firent entrer à l'Académie en 1877, à 37 ans, âge tout à fait exceptionnel dans les sciences expérimentales, où les difficultés matérielles des expériences et des observations, l'extrême érudition nécessaire, rendent plus tardive la production originale. A l'Académie, il conserva son même amour passionné du travail, son même enthousiasme scientifique; il continua son existence de bénédictin, vivant dans son laboratoire pour la Science et pour ses élèves, préparé à cette tranquillité monastique, à ces journées recluses par sa jeunesse gravement pensive et solitaire. Aussi son autorité ne fit-elle que grandir. Ses confrères surent apprécier sa simplicité, son affabilité, son dédain de tout bruit et de toute réclame, son désir de conciliation dès que la vérité scientifique n'était pas en jeu. Lorsque le poste de Secrétaire perpétuel pour les Sciences physiques devint vacant, par la mort soudaine de Becquerel, tous les regards se tournèrent vers van Tieghem et un accord unanime se fit immédiatement sur son nom.

Il s'acquittait de ses devoirs de Secrétaire perpétuel avec l'intelligence la plus complète des rapports mutuels de toutes les parties de la Science, avec l'autorité que donnent l'élévation du caractère et tout un passé de belles découvertes, mais aussi avec une ponctualité, une bienveillance et une distinction naturelle que vous avez tous appréciées; observateur fidèle des règles et des usages, modeste et ferme gardien de la courtoisie traditionnelle, silencieux et attentif à tous les incidents de la séance, il était pénétré de respect pour ses hautes fonctions, de considération pour la Compagnie qui l'y avait appelé. Ainsi qu'il l'a dit lui-même le jour de son installation, il a voulu être et il a été « le trait d'union, le ciment nécessaire entre les membres d'une Compagnie aussi différenciée que la nôtre, et qui doit, à cette grande diversité même, la puissance de rayonnement qu'elle exerce dans toutes les directions de la Science, aussi bien à l'étranger que dans notre patrie ».

Van Tieghem était un homme complet, dans le sens le plus noble du mot : à ses connaissances scientifiques si vastes et si solides il joignait une éducation classique accomplie. Il était un délicat de la littérature, très au

courant du mouvement des lettres. Ces qualités se firent jour dans les éloges académiques de Duchartre, de Claude Bernard, de J.-B. Dumas, qu'il prononça dans trois de nos séances publiques et qui sont des modèles de littérature scientifique, sobre, précise et juste. Notre Confrère apportait dans les relations de la vie courante une grande autorité, sans être autoritaire, beaucoup de fermeté et de douceur. Il avait sa philosophie personnelle, élevée et stoïque, le culte de la justice, celui de la vérité et, comme il se plaisait à le dire, « de la vérité *une*, absolue et sans aucune relativité, aussi bien dans la Science que dans la vie ».

Il fut un de ces hommes dont s'honore notre pays, et dont la vie doit être donnée en exemple à la jeunesse de France.

Eduard Suess, professeur honoraire de Géologie à l'Université et membre de l'Académie des Sciences de Vienne, était le doyen des Associés étrangers de notre Académie. De race sémite, il a été l'un des rares savants originaux de l'Autriche-Hongrie. Son œuvre est de celles qui ne peuvent pas périr. Il a exploré successivement la plupart des domaines de la Géologie, tour à tour paléontologiste, stratigraphe, tectonicien, auteur, enfin, de cet admirable Ouvrage : *La face de la Terre*, dont la publication, commencée en 1883, s'est terminée en 1909. Ce grand savant, qui roulait constamment dans sa pensée les plus vastes problèmes et dont l'érudition tenait du prodige, était le plus simple et le plus modeste des hommes, le plus accueillant et le plus dévoué des maîtres.

Armand-Gabriel Considère, Correspondant pour la Section de Mécanique, a été un de ces ingénieurs savants qui unissent les connaissances les plus élevées en Mathématiques au sens des réalités que donne la pratique des grands travaux publics. Ingénieur des Ponts et Chaussées, il débuta par un Mémoire sur la poussée des terres ; il fit ensuite sur la production de l'acier coulé et sur les moyens d'éviter les soufflures d'importantes recherches qui furent utilisées en 1876 à Saint-Étienne pour la fabrication des canons d'artillerie de marine. A partir de cette époque il se consacra presque exclusivement aux problèmes soulevés par l'emploi industriel du fer et de l'acier : l'étude de la résistance de ces matériaux, la mesure de leurs petits glissements aux points d'assemblage par des méthodes optiques, l'examen des procédés chimiques propres à assurer les qualités du métal le conduisirent à d'intéressants résultats théoriques et à des règles pratiques commodes. La

netteté, la précision, le caractère utile de ces recherches ont fait de Considère une autorité classique en matière de constructions métalliques.

Sir David Gill, Correspondant pour la Section d'Astronomie, est mort à Londres le 24 janvier. Né en 1843, il s'occupa d'abord de Physique sous l'influence de l'illustre Clerck Maxwell; il se tourna ensuite vers l'Astronomie où il devait devenir célèbre à son tour. Les rares qualités qu'il montra dans son expédition à l'île Maurice, pour le passage de Vénus sur le Soleil en 1874, le firent choisir comme astronome de Sa Majesté britannique à l'Observatoire du Cap, où il resta jusqu'en 1909 et dont il fit un établissement de tout premier rang. Son activité se manifesta principalement par la publication d'importants catalogues méridiens, par la description photographique du ciel austral, par les déterminations de plusieurs parallaxes d'étoiles, et enfin par des travaux de Géodésie dans lesquels il commença l'entreprise colossale de la mesure de l'arc de méridien s'étendant depuis le cap de Bonne-Espérance jusqu'au nord de l'Europe. Dans l'établissement de la Carte du Ciel, il eut un rôle des plus importants; il assista à toutes les réunions du Comité international dont il devint, en 1909, le président d'honneur. La Science perd en lui un de ses représentants les plus illustres; la France un de ses amis les plus dévoués.

Jean Perez, Correspondant pour la Section d'Anatomie et de Zoologie, commença d'abord une modeste carrière de chargé de cours de Physique et d'Histoire naturelle au lycée d'Agen. Travaillant seul, avec de faibles ressources, il présenta en 1866, à Henri Milne-Edwards, pour obtenir le grade de docteur ès sciences, un Mémoire de premier ordre, rempli de faits nouveaux, sur un ver presque microscopique, l'anguillule terrestre. Ce travail lui valut d'être nommé professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, où il vécut une belle vie d'enseignement et de recherches. Ses travaux sur les Insectes et sur l'embryogénie des Mollusques le mirent hors de pair. Il a été un des premiers à signaler quelques-unes de ces adaptations réciproques d'un parasite et de son hôte que Giard a groupées sous la dénomination de castration parasitaire. Ce qui caractérise l'œuvre de Perez, c'est un amour profond des études de la nature, une grande indépendance d'esprit, le goût inné de la précision et surtout une finesse des plus pénétrantes. Il n'a pas publié de volumineux Ouvrages, mais il a porté ses recherches sur les sujets les plus divers, presque toujours devançant son

époque et parfois même fixant des principes qui n'ont subi aucune modification dans la suite.

Les travaux scientifiques de M. Rosenbusch, Correspondant pour la Section de Minéralogie, sont nombreux et importants : son plus beau titre est d'avoir transporté l'examen des propriétés optiques des minéraux isolés aux roches réduites en minces lamelles. Cette méthode a donné à la Pétrographie un moyen d'investigation d'une valeur capitale et a déterminé l'essor extraordinaire que cette branche de la Minéralogie et de la Géologie a pris depuis trente ans.

Au nom de l'Académie, j'exprime tous les regrets que nous fait éprouver la disparition de ces hommes illustres, de ces travailleurs infatigables qui ont consacré toute leur vie au labeur scientifique; il ne m'appartient pas de parler de leurs successeurs; mais par delà nos morts nous marchons en avant, nous donnons toutes nos forces à notre immortelle patrie, et nous continuons, suivant la belle tradition française, à cultiver, en même temps, la Science et l'idéal moral pour la Vérité et pour l'Humanité.

Je donne la parole à M. le Secrétaire perpétuel pour la proclamation de nos prix.

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1914.

GÉOMÉTRIE.

PRIX FRANCOEUR.

(Commissaires : MM. Jordan, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert, Hadamard, Boussinesq, Vieille; Darboux, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **A. Claude**, membre adjoint du Bureau des Longitudes, pour l'ensemble de ses travaux astronomiques.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Commissaires : MM. Jordan, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert, Hadamard, Boussinesq, Vieille; Darboux, rapporteur.)

Le prix n'est pas décerné.
La question, proposée pour 1914, est retirée du Concours.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Jordan, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert, Hadamard, Boussinesq, Vieille; Darboux, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Lebesgue**, maître de conférences à la Faculté des Sciences.

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Lecornu, Schlœsing père, Haton de la Goupillière; Bertin, rapporteur.)

M. **Ed.-W. Bogaert** dans son Ouvrage intitulé : *L'effet gyrostatique et ses applications*, présenté le 11 août 1913 à l'Académie des Sciences, expose avec beaucoup de clarté, à l'aide de considérations en partie nouvelles, la théorie complète du gyroscope et étudie l'ensemble des applications faites à la marine, aux chemins de fer, à l'artillerie, à la navigation aérienne, etc.

Les innovations introduites dans les méthodes de calcul ou de représentation des effets gyroscopiques se trouvent surtout dans la notion du moment centrifuge et la généralisation du mouvement de Poinsot pour représenter les mouvements compliqués (nos 5, 11), dans les analogies signalées entre l'effet gyrostatique et certains phénomènes électromagnétiques bien connus (n° 21), dans la discussion, à l'aide d'une construction géométrique, des équations classiques du mouvement d'un gyrostat autour d'un point fixe (n° 34), l'introduction d'un terme tenant compte de la résistance de l'air, enfin la discussion des formules au point de vue de leur degré d'approximation pour mettre en garde contre les causes d'erreur des théories trop élémentaires.

Les applications sont très nombreuses, très variées, et paraissent composer un ensemble complet, dont l'équivalent ne se trouverait dans aucun autre Ouvrage. Quelques-unes sont nouvelles : tel par exemple le calcul de l'inclinaison que le gyrostat constitué par les roues à aubes fait donner aux navires à roues pendant les évolutions; cette inclinaison, qui est malheureusement de même sens que celle imprimée par la giration du navire, n'avait pas été envisagée dans les études sur l'action du gouvernail. Dans l'emploi de l'horizon gyrostatique Fleuriais, M. **Bogaert** signale une cause d'erreur peu connue, due à la rotation de la terre qui dévie l'âme de la toupie dans le plan du méridien (n° 46). A signaler aussi, comme applications maritimes, l'étude complète du compas gyrostatique de Foucault

tel qu'il a été réalisé et récemment introduit dans la pratique par M. Anschutze, celle du régulateur Obry pour torpilles, celle du stabilisateur Otto Schlick pour combattre le roulis, avec des calculs sur le poids du volant, etc.

Comme applications aux chemins de fer, il faut citer l'étude de la part due aux effets gyrostatiques dans l'usure ondulatoire des rails (n° 29) et une étude très complète, bien que reposant sur une théorie simplifiée, du monorail gyrostatique, avant-projet d'un appareil servomoteur assurant la stabilisation automatique.

En Aérostation, l'emploi des gyrostats essayés par divers inventeurs comme moyen d'assurer la stabilité est étudié en détail.

En Artillerie, l'étude du mouvement des projectiles rayés.

En Astronomie, le calcul de la précession des équinoxes est établi sur les formules du mouvement gyroscopique de la Terre.

Il est facile de voir qu'aucun Ouvrage n'avait donné jusqu'ici, d'une manière aussi complète, les applications du gyroscope.

Votre Commission décerne le prix Montyon de Mécanique à l'auteur.

L'Académie adopte la conclusion de ce Rapport.

PRIX HENRI DE PARVILLE.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Schlœsing père, Haton de la Goupillière, Bertin; Lecornu, rapporteur.)

Le prix est partagé :

Un prix de *mille francs* est décerné à M. **Jean Rey** ;
Un prix de *cinq cents francs* est décerné à M. **Marcel Biver**.

M. **Jean Rey**, chargé, depuis une trentaine d'années, de diriger les travaux techniques de la maison Sautter-Harlé, a apporté, en cette qualité, une importante contribution à la réalisation et à la mise au point des turbo-machines. Il a en même temps, dans diverses publications, précisé les conditions de fonctionnement de ce genre d'appareils. Citons, en particulier, son Mémoire de 1904 sur les turbines à vapeur, Mémoire qui a été récompensé d'une médaille d'or par la Société des Ingénieurs civils. La même année, il a étudié les pompes centrifuges multicellulaires. En 1906, il s'est occupé des turbines à gaz.

Guidé par une connaissance approfondie de la Thermodynamique, M. Rey est parvenu, après de longues recherches, à créer un appareil appelé *thermo-compresseur*, dont le rendement atteint près de 25 pour 100, tandis que les injecteurs ordinairement employés au même usage ne dépassent pas 3 à 4 pour 100. Les applications de cet appareil se sont multipliées en France et à l'étranger; elles atteignent actuellement le chiffre de 200 environ. Le nouveau procédé représente le progrès le plus sérieux qui ait été accompli dans les industries évaporatoires depuis 1860, date de l'invention du multiple effet.

En Électromécanique, M. Rey a analysé devant la Société internationale des Électriciens le rendement industriel d'un moteur à courant continu de 720 chevaux, destiné à la propulsion du sous-marin *Gustave-Zédé*; son Mémoire contient des formules qui peuvent être employées dans tous les cas semblables et qui permettent de calculer le rendement avec un écart maximum de 1 pour 100 par rapport aux mesures expérimentales. Dans un Mémoire de 1901 se trouve une application intéressante de la théorie que notre confrère M. Blondel a établie au sujet des alternateurs.

Une Note de 1904 donne, sur l'attraction éprouvée par le rotor d'un moteur asynchrone, des formules qui sont devenues depuis lors d'un usage courant.

Dans un ordre d'idées tout différent, M. Rey a poursuivi pendant plus de 20 ans, soit seul, soit avec M. Blondel, l'étude optique et électrique des projecteurs. Sa méthode de calcul des portées a été adoptée par le Service de la Marine pour la détermination du calibre à donner aux projecteurs de la nouvelle flotte.

Les nombreux brevets pris par M. Rey, et dont beaucoup ont donné lieu à des applications industrielles, manifestent son esprit d'invention.

Certaines recherches de M. Rey ont un caractère nettement scientifique. Il a, par exemple, établi, en collaboration avec M. Blondel, une loi nouvelle concernant la perception des lumières brèves à leur limite de portée. Il a aussi exposé des vues personnelles sur la constitution intérieure du globe terrestre, supposé fluide au delà d'une certaine épaisseur.

Cet ensemble de travaux nous paraît digne d'être récompensé par l'Académie des Sciences, et nous proposons d'accorder à M. **Rey** les deux tiers du prix de Parville.

M. **Marcel Biver** est l'auteur d'une brochure intitulée : *Description d'un système de transmission et transformation du mouvement*. Le système dont

il s'agit consiste essentiellement dans un assemblage de deux poulies à axes fixes, placées l'une au-dessous de l'autre et supportant un câble beaucoup plus long que le double de la distance de leurs axes. Chaque brin du câble, en quittant la poulie supérieure, pend librement puis se recourbe en formant une anse et remonte jusqu'à la poulie inférieure. La tension de ce câble est produite par deux poids suspendus à deux galets dont chacun est logé dans l'une des anses. Ceci posé, si l'on applique à la poulie supérieure un effort moteur en laissant folle la poulie inférieure, les anses demeurent à hauteur invariable pendant la rotation des deux poulies, qui tournent dans le même sens et avec la même vitesse. Si maintenant on vient à freiner la poulie inférieure, l'une des anses monte avec le galet correspondant, tandis que l'autre anse et son galet prennent un mouvement descendant.

M. Biver montre l'application de ce système à un plan incliné automoteur : les poulies et le câble sont alors disposés suivant la ligne de plus grande pente, et les galets actionnent deux chariots mobiles sur rails ou roulant sur des câbles porteurs. Un pareil plan a fonctionné avec succès à la surface du sol, dans une exploitation minière de la Nouvelle-Calédonie. Un second a été installé plus tard dans une mine de France.

Le système a reçu quelques autres applications; il réalise, d'ailleurs, au point de vue cinématique, une combinaison intéressante.

Nous proposons d'accorder à M. **Biver** un tiers du prix de Parville.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX FOURNEYRON.

(Commissaires : MM. Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Lecornu, Schlœsing, Haton de la Goupillière, Bertin; Boussinesq, rapporteur.)

La question posée pour le prix Fourneyron était :

Étude théorique et expérimentale de la question des turbines à combustion ou à explosion.

Aucun Mémoire n'ayant été envoyé, l'Académie proroge le prix à l'année 1917.

ASTRONOMIE.

PRIX PIERRE GUZMAN.

(Commissaires : MM. Wolf, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Puiseux, Darboux, Lippmann, Émile Picard.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Wolf, Deslandres, Baillaud, Hamy, Puiseux, Darboux, Lippmann, Picard; Bigourdan, rapporteur.)

Les phénomènes exceptionnels que le ciel nous offre ont souvent fait éclore des vocations astronomiques : l'un est frappé par une éclipse et par la précision avec laquelle sont prédites ses diverses phases; un autre par l'apparition d'une belle comète, etc. Ainsi se renouvelle cette phalange trop peu encouragée d' « amateurs » parmi lesquels les observatoires ont souvent recruté un personnel d'élite. C'est dans ses rangs qu'a débuté M. **Joseph-Noël Guillaume**, aujourd'hui astronome adjoint à l'Observatoire de Saint-Genis-Laval, près Lyon, et que la grande comète de 1881 acheva de tourner vers l'Astronomie.

Par des prodiges d'économie, il prélève d'abord, sur son très maigre traitement d'employé de banque, le prix de quelques livres d'Astronomie; puis, au grand scandale de sa famille, il « gaspille » son argent en achetant une lunette de 35^{mm} d'ouverture. A mesure que sa situation s'améliore il acquiert des instruments plus puissants, qu'il monte d'ailleurs lui-même : c'est ainsi qu'après s'être fait tour à tour terrassier, maçon, charpentier et menuisier, il parvient à créer à Péronnas un observatoire où il commença une série régulière d'observations; il y fit aussi des photographies qui lui valurent en 1889 les encouragements de Tisserand.

Connu dès lors dans les milieux astronomiques, il est appelé en 1892 par Ch. André à l'Observatoire de Lyon, qu'il n'a plus quitté. Il a continué la série des observations solaires commencées par Émile Marchand et

qui est aujourd'hui la plus longue dont s'honore l'Astronomie française; pour sa part, M. Guillaume a fait 5000 de ces observations.

Après le travail de jour vient le travail de nuit, quelle qu'en soit l'heure; M. Guillaume a ainsi observé 1300 phénomènes des satellites de Jupiter, et 500 occultations d'étoiles par la Lune. Parmi les mesures de position, nous relevons 700 observations de comètes et 1600 d'étoiles doubles ou multiples.

Afin de signaler ce dévouement de 35 ans à la Science, plutôt que pour le récompenser, votre Commission a été unanime à proposer l'attribution du prix Lalande à M. **Joseph-Noël Guillaume** pour l'ensemble de ses observations.

L'Académie adopte la conclusion de ce Rapport.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Wolf, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Darboux, Lippmann, Émile Picard; Hamy et Puiseux, rapporteurs.)

Le prix est partagé :

Un prix de *quatre cent soixante francs* est attribué à M. **Pierre Salet**, astronome à l'Observatoire de Paris;

Un prix de *quatre cent soixante francs* est attribué au P. **Stanislas Chevalier**, directeur de l'Observatoire de Zo-Sé, près Sanghaï, Chine.

Rapport de M. **Hamy** *sur les travaux de M.* Pierre Salet.

M. **Salet** est attaché à l'Observatoire de Paris depuis l'année 1906, époque à laquelle il a été nommé aide-astronome. Élève libre dès 1899, il fit ses débuts volontaires sous la direction de Callandreau qui l'initia aux mesures astronomiques. Après un long stage à l'équatorial de la tour de l'Est où il exécuta de nombreuses observations, il fut chargé, en 1909, du service de jour au grand cercle méridien et collabora, l'année suivante, à l'établissement d'un Catalogue d'étoiles observées par la méthode de photométrie hétérochrome de M. Nordmann. Dans ces dernières années, son activité s'est partagée entre les instruments méridiens et la détermination des vitesses radiales. Partout, dans ces diverses affectations, M. Salet a heureusement marqué la trace de son passage.

Les difficultés inhérentes aux observations du jour l'ont amené à concevoir un moyen d'augmenter la visibilité des étoiles, lorsque le Soleil est au-dessus de l'horizon. Cette méthode, qui a permis d'accroître le nombre des polaires observables avant la tombée de la nuit, est fondée sur l'emploi d'un analyseur destiné à éteindre la lumière polarisée que les divers points de la voûte céleste émettent, pendant le jour, en proportion plus ou moins considérable, suivant leur distance angulaire au Soleil.

M. Salet s'est, du reste, spécialement attaché à l'étude des applications astronomiques des phénomènes de polarisation. Ce sujet lui a fourni la matière de la thèse de doctorat qu'il a soutenue avec succès, en 1910, devant la Faculté des Sciences de Paris. Dans cet ordre d'idées, il a été le premier, grâce à l'emploi de dispositifs particuliers, à mettre en évidence, par la photographie, le fait de la polarisation de la couronne solaire intérieure, durant l'éclipse totale de Soleil de 1905, éclipse qu'il a été observer, en Algérie, pour le compte du Bureau des Longitudes. C'est à l'occasion de cette expédition, bien avant que Hale ait enrichi l'Astronomie de ses mémorables découvertes concernant le champ magnétique des taches solaires, que M. Salet a émis l'idée de la possibilité de déceler le champ magnétique général du Soleil, en étudiant l'orientation des plans de polarisation de la lumière coronale, plans qui peuvent être déviés de leur direction radiale par la polarisation rotatoire magnétique de l'énorme masse gazeuse que traverse cette lumière avant de nous parvenir. Rapproche-t-on cette conception d'expériences positives de H. Becquerel, concernant l'effet du champ terrestre sur l'atmosphère qui nous entoure, on en comprend alors la réelle portée. Aussi les appareils de polarisation qui paraissaient avoir dit leur dernier mot, en matière d'éclipses de Soleil, doivent-ils être appliqués plus que jamais à l'étude de ce rare phénomène.

M. Salet a publié un Traité important de Spectroscopie céleste comblant une lacune qui existait depuis trop longtemps dans la littérature astronomique. Cet Ouvrage a exigé de l'auteur un travail considérable et de minutieuses recherches. Complétant le Livre déjà ancien de Scheiner sur le même sujet, il a été universellement apprécié des spécialistes en la matière.

Des dispositifs expérimentaux ingénieusement conçus, des recherches théoriques sur les spectres multiples, les comètes, la méthode colorimétrique de Zollner, la détermination des vitesses radiales, complètent le bagage scientifique de M. Salet. Je citerai encore ses publications sur l'absorption de la lumière dans l'espace intersidéral, dans lesquelles l'auteur a montré que la distribution apparente des étoiles peut se concilier avec une distribution réelle indépendante de la distance au Soleil, si l'on

fait intervenir une absorption qui serait complètement expliquée en admettant que l'espace est uniformément rempli de nuages météoriques, de même densité moyenne que les essaims de corpuscules rencontrés journellement par la Terre.

Les travaux de M. Salet dénotent chez leur auteur des connaissances variées, alliées à un esprit inventif. Ayant eu à lutter contre les assauts d'une santé précaire, il lui a fallu déployer une énergie digne d'éloges, pour remplir ses fonctions à l'Observatoire et édifier une œuvre déjà importante qui lui assigne une place honorable parmi les représentants de la jeune génération scientifique de l'époque actuelle.

Estimant que ses efforts doivent être récompensés, la Commission propose d'attribuer une part du prix Valz à M. **Salet**.

Rapport de M. **P. Puiseux** *sur les travaux du* P. Stanislas Chevalier.

Le P. **Stanislas Chevalier**, attaché à la mission de Zi-Ka-Wei, en Chine, a su trouver dans ce pays les ressources nécessaires pour la fondation d'un véritable observatoire astronomique, outillé pour de très sérieuses études.

Son principal instrument est une lunette double, visuelle et photographique, du type adopté pour l'exécution de la Carte internationale du Ciel. La monture est l'œuvre de P. Gautier : les objectifs, de $0^{m},40$ d'ouverture, sont dus aux frères Henry et comptent parmi les meilleurs qui soient sortis des mains de ces habiles constructeurs. Le P. Chevalier dispose également d'un macromicromètre pour la mesure des photographies obtenues et d'un petit cercle méridien qui a servi à déterminer les positions géographiques de plusieurs villes de la Chine.

Les travaux d'établissement de l'Observatoire datent de 1898. Le P. Chevalier a renoncé aux commodités qu'aurait offertes la proximité d'une ville importante pour s'assurer un sol stable, adapté aux observations précises. Il s'est établi sur la colline rocheuse de Zo-Sé, à 25^{km} de Zi-Ka-Wei. Les deux postes ont été rattachés par une triangulation.

A partir de 1905, l'Observatoire est en plein fonctionnement et cinq Volumes d'Annales paraissent en peu d'années. Nous y trouvons une statistique très complète de l'activité solaire sous la triple forme des taches, des facules et des protubérances. Cette statistique, établie d'après un autre plan que celle des observatoires anglais et italiens, semble les compléter très utilement.

Les photographies du Soleil obtenues sont souvent très nettes et sup-

portent une amplification considérable. Elles ont fourni, entre autres résultats intéressants :

L'explication de l'origine de l'apparence décrite par Janssen sous le nom de *réseau photosphérique;*

La preuve de l'existence d'un maximum d'éclat dans les pénombres des taches près de leur limite intérieure;

L'identification sûre de granulations de la photosphère sur des clichés pris à 30 secondes et à 50 secondes d'intervalle, en même temps que la preuve de changements importants accomplis dans le même temps;

La délimitation, pour les années qui ont précédé ou suivi le maximum de 1905, de régions du Soleil qui se sont montrées constamment actives pour la production des taches;

La discussion très serrée des erreurs systématiques qui peuvent affecter les mesures comparatives du diamètre du Soleil dans diverses directions. Le P. Chevalier en a déduit, avec une logique qui semble irréfragable, que, pendant plusieurs années, le Soleil a été en moyenne un peu allongé dans la direction des pôles.

Des phénomènes d'un autre ordre ont été suivis ou photographiés à l'Observatoire de Zo-Sé et, chaque fois, les précautions qui pouvaient contribuer à rendre l'observation plus sûre ont été prises avec intelligence et décrites avec clarté. Ces recherches sont appelées, sans doute, à prendre des développements nouveaux et, pour fixer le point où elles sont parvenues, nous serions amenés à donner trop d'étendue à ce Rapport. Les résultats qui précèdent ont paru à la Commission largement suffisants pour motiver l'attribution d'une part du prix Valz au P. **Stanislas Chevalier**.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX JANSSEN.

(Commissaires : MM. Wolf, Deslandres, Baillaud, Hamy, Puiseux, Darboux, Lippmann, Émile Picard; Bigourdan, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Jarry-Desloges**, astronome, pour ses *Études sur les planètes et en particulier sur Mars.*

La France avait au XVIIIe siècle de nombreux observatoires privés qui ont disparu un à un, à mesure que s'éteignaient leurs créateurs et qu'aug-

mentaient à la fois la puissance et le prix des instruments : au milieu du XIXe siècle tous avaient cessé d'exister.

Depuis, des amis éclairés de l'Astronomie en ont créé de nouveaux, et parmi eux M. R. Jarry-Desloges doit être placé aux premiers rangs, par l'importance et la perfection des instruments qu'il a acquis, par l'habileté avec laquelle il a su les employer.

Il s'est attaché à l'examen des surfaces planétaires, et Mars a été l'objet de son étude préférée. Tout en observant lui-même avec assiduité, il s'est donné deux collaborateurs habiles en MM. G. et V. Fournier.

Les résultats des observations ainsi faites, depuis 1907, forment aujourd'hui trois Volumes, illustrés de belles et nombreuses planches; un quatrième, qui paraîtra prochainement, renfermera les observations de 1913-1914.

Il serait trop long d'indiquer ici, même sommairement, les résultats ainsi obtenus. Disons seulement que, pour Mars, M. Jarry-Desloges a observé de nombreux changements et qu'il a discuté les observations sans aucun esprit préconçu; il s'élève contre l'exagération de beaucoup d'observateurs qui ont indiqué sur cette planète d'innombrables canaux; pour lui, il a vu sans peine les plus importants, au nombre d'une dizaine; puis vingt autres peut-être aperçus aussi avec certitude quand les images étaient très bonnes, et enfin autant, à peu près, plus faibles encore et seulement soupçonnés parfois.

M. Jarry-Desloges ayant observé en un grand nombre de stations, et avec des instruments très variés, a pu étudier les diverses circonstances qui influent sur la qualité des images célestes : c'est surtout, dit-il, dans les altitudes élevées qu'on doit chercher les conditions les plus favorables pour l'observation des surfaces planétaires.

En ayant égard à la fois à l'altitude et au nombre de belles nuits, la meilleure station rencontrée par lui jusqu'ici est située dans les Hauts plateaux du nord de l'Algérie, à Sétif.

L'altitude importe beaucoup plus que la grande ouverture des lunettes. Ainsi en 1909, au Revard, à 1550^m de hauteur, observant avec deux objectifs de 0^m,29 et de 0^m,37 d'ouverture, il a presque toujours trouvé avantage à les diaphragmer à 0^m,21; peut-être les observations ultérieures élèveraient un peu cette limite.

Parmi les autres résultats intéressants obtenus par M. Jarry-Desloges, citons encore ceux qui sont relatifs à Mercure. On connaît toute la difficulté que présente l'observation physique de cette planète; aussi sa durée

de rotation est-elle inconnue : tandis que les uns la fixent à 24 heures environ, les autres la portent à 88 jours, durée de la révolution de la planète autour du Soleil. Les observations de M. Jarry-Desloges conduisent à une rotation très lente.

Pour récompenser ce zèle et ces succès, votre Commission propose d'accorder à M. **René Jarry-Desloges** la médaille Janssen.

L'Académie adopte la conclusion de ce Rapport.

PRIX DAMOISEAU.

(Commissaires : MM. Wolf, Deslandres, Bigourdan, Hamy, Puiseux, Darboux, Lippmann, Émile Picard; Baillaud, rapporteur.)

Le sujet mis en concours pour le prix Damoiseau en 1914 était le suivant : *Perfectionner les Tables de Jupiter de Le Verrier.*

Déjà en 1902, l'Académie avait proposé, pour le même prix, de perfectionner les Tables de Saturne et, en 1907, elle avait donné, comme sujet pour le prix de Pontécoulant, le perfectionnement des Tables de Neptune et d'Uranus. Les deux prix avaient été décernés à M. Gaillot, aujourd'hui correspondant de l'Académie.

C'est encore à M. **Gaillot** que votre Commission propose de décerner le prix Damoiseau pour 1914.

La marche suivie dans la revision de la théorie de Jupiter est la même que celle qu'a résumée M. Lœwy dans son Rapport pour le prix de 1902; il est inutile d'y revenir. Mais votre Commission tient à souligner l'admirable exemple donné par l'ancien collaborateur de Le Verrier qui, depuis la mort de son illustre Maître, a donné tous ses instants disponibles à la revision de sa grande œuvre, qu'il a entièrement terminée, pour les quatre grosses planètes, vers l'âge de 80 ans.

M. Gaillot a tenu ainsi une promesse qu'il avait faite à Le Verrier tout à la fin de sa vie. La lettre suivante, écrite à M. Gaillot par Mme Le Verrier le 17 octobre 1877, a, sans doute, sa place marquée dans le présent Rapport :

« Monsieur,

» Je vous remercie pour le précieux envoi que vous m'avez fait. Je veux surtout exprimer mes sentiments de profonde reconnaissance au collabora-

teur intelligent et dévoué qui a mis mon bien-aimé mari à même d'achever son œuvre colossale. Il se plaisait à reconnaître que sans vous cela n'eût pas été possible. J'ai recueilli souvent ces paroles sur ses lèvres; je les garde dans mon cœur.

» Un jour, Monsieur, vous entreprendrez, pour votre compte, des travaux importants; puissiez-vous trouver alors un collaborateur qui soit pour vous ce que vous avez été pour mon mari. Je ne puis rien vous souhaiter de mieux. »

L'Académie adopte la conclusion de ce Rapport.

GÉOGRAPHIE.

PRIX TCHIHATCHEF.

(Commissaires : MM. Grandidier, Bassot, Guyou, Bertin, Lallemand, Darboux, Perrier; Hatt et le Prince Bonaparte, rapporteurs.)

Le prix est partagé :

Un prix de *deux mille francs* est décerné à M. **Audemard**, capitaine de frégate;

Un prix de *mille francs* est décerné à M. **Paul Labbé**, secrétaire général de la Société de Géographie commerciale.

Rapport de M. **Hatt** *sur les travaux de M.* Audemard.

Le commandant **Audemard** vient de publier au Service hydrographique de la Marine un atlas de 37 Cartes représentant, sur une longueur de plus de 1000^{km}, le cours du Yang-Tse-Kiang dans sa partie haute, comprise entre Souï-Fou et le pont de Tseu-li-Kiang.

Le grand fleuve asiatique a été levé dans les régions basses; il est encore suffisamment exploré et connu entre Y-Tchiang et Souï-Fou. Mais en amont de ce dernier point, on ne possédait jusqu'à présent aucun document le concernant. Le levé du commandant Audemard est une exploration préliminaire, une reconnaissance, œuvre à la fois scientifique et

artistique par les procédés de relèvement qui ont été employés et par les représentations pittoresques accompagnant sur chaque feuille le tracé du cours d'eau.

Aux mesures qui concernent la projection horizontale ont été jointes celles qui déterminent l'élévation du terrain; très importantes ici car elles définissent le régime du fleuve et les accidents de sa navigabilité. Ces mesures ont été obtenues soit au moyen du baromètre, soit au moyen de l'éclimètre. On aura une idée de l'accroissement de la pente en notant qu'à l'extrémité aval du levé la côte est de 360^{m} et qu'elle monte à 1500^{m} à Tseu-Li-Kiang et au même chiffre à Towa dans le Ya-Long, affluent du Yang-Tseu qui a été compris dans le levé.

Le travail du commandant Audemard, très remarquable en lui-même par la maîtrise qu'a déployée son auteur, est, en outre, d'une incontestable utilité; il apporte des renseignements précieux sur une région à peu près inconnue jusqu'à présent. Ces renseignements sont pour nous, Français, d'une importante capitale, car ils concernent la contrée où doit aboutir notre chemin de fer de pénétration dans le Yunnam.

La Commission estime que le travail du commandant **Audemard** mérite une récompense exceptionnelle et accorde à son auteur une somme de 2000^{fr} sur le prix Tchihatchef.

Rapport du **Prince Bonaparte** *sur les travaux de M.* Paul Labbé.

M. **Paul Labbé**, qui est actuellement Secrétaire général de la Société de Géographie commerciale, a été chargé, à cinq reprises, de Missions scientifiques dans l'Asie russe par le Ministère de l'Instruction publique.

Les voyages accomplis par lui furent les suivants :

1. En 1897, après un séjour à Tomsk, il se rendit dans la steppe Kirghize et vécut en nomade avec des sultans des provinces d'Akmolinsk et de Semipalatinsk. Il étudia dans cette région les commencements de la colonisation russe et les mœurs des nomades; puis allant de campement en campement il atteignit le lac Balkach, traversa le Semiretché et visita ensuite le Turkestan.

2. En 1898, le voyageur alla compléter ses études sur les nomades, visitant tour à tour les Bachkirs de l'Oural et les Kirghizes de Tourgaï.

Cette deuxième Mission se termina chez les cosaques de l'Oural : étude de la vie cosaque, communisme et grandes pêches.

3. M. Paul Labbé repartit dans les premiers mois de 1899 pour un voyage d'un an. Il s'arrêta quelque temps dans la région du Baïkal et du fleuve Amour, puis se rendit à l'île Sakaline où il étudia la question pénitentiaire et les indigènes qui habitent cette île : Aïnos, Guiliacks, Toungouses, etc.

4. En 1901 et en 1902, au cours d'une Mission qui dura près de deux années, M. Paul Labbé se consacra à l'étude des Bouviates et de la religion des Chamanes et des Lamas. Il rapporta en même temps de nombreux renseignements sur la colonisation du bassin de l'Amour. Au cours de ce voyage, il passa quelques mois d'hiver au Japon et en Mandchourie.

5. En 1905, M. Paul Labbé étudia le bassin de l'Ob, fleuve qu'il visita depuis sa source presque jusqu'à son embouchure; étudiant la colonisation russe dans tout son bassin et s'occupant tout spécialement des indigènes Ostiaks et Kalmouks.

De ces différentes Missions, le voyageur a rapporté de grandes collections d'Histoire naturelle et d'Anthropologie.

Celles qui furent remises au Muséum étaient particulièrement riches. Elles comprenaient une partie de la faune de la région du Baïkal, nombreux squelettes, animaux en peau, plus de 400 oiseaux, des poissons, des insectes, des représentants de la faune aquatique du Baïkal, en particulier, tout un groupe de crevettes parmi lesquelles les spécialistes du Muséum trouvèrent 11 espèces nouvelles, enfin des échantillons de roches et de minéraux.

En outre de ces collections, M. Paul Labbé a rapporté de nombreux objets ethnographiques qui furent attribués soit au Musée Guimet : Bouddhisme et Chamanisme; soit au Musée du Trocadéro.

Les Ouvrages de M. Paul Labbé relatifs à l'Asie sont les suivants :

1. *Le Bagne russe*, 1905. Couronné par l'Académie française, prix Montyon.

2. *Sur les grandes routes de Russie* (*Bachkirs et Cosaques de l'Oural*). Couronné par l'Académie française, prix Fabien.

3. *Les Russes en Extrême-Orient*, 1905.

4. *Les Lamas de Sibérie; les Bouriates de la Transbaïkalie.*

5. *La Sibérie et la Mandchourie dans la Géographie Bong.*

C'est pour reconnaître l'importance de ces travaux que la Commission propose d'attribuer à M. **Paul Labbé** une portion du prix Tchihatchef.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX GAY.

(Commissaires : MM. Grandidier, Bassot, Guyou, Hatt, Bertin, Darboux, Perrier, le Prince Bonaparte; Lallemand, rapporteur.)

Le sujet proposé visait les méthodes de mesure et de recensement de l'énergie disponible dans les torrents de montagnes.

Les premières investigations à cet égard, effectuées sur l'initiative du Ministère de l'Agriculture, datent de 1902, époque où furent créées par lui, sous la direction de MM. les ingénieurs en chef R. Tavernier et **R. de la Brosse**, deux missions, respectivement chargées d'étudier, l'une la région méridionale des Alpes (Provence et Alpes maritimes), l'autre la région septentrionale (Savoie et Dauphiné). Depuis 1909, les deux missions se trouvent réunies entre les mains de M. de la Brosse, dont le domaine hydraulique s'étend ainsi du Léman à la Méditerranée.

Par les soins de ces deux missions, un très grand nombre de postes de jaugeage ont été établis le long des principaux torrents et les procédés de mesure du débit des cours d'eau ont été sensiblement améliorés.

Ces postes, d'autre part, sont reliés entre eux au moyen de nivellements exécutés par les soins du Service du Nivellement général de la France, ce qui permet de dresser les profils en long détaillés des cours d'eau correspondants.

Débits et profils sont finalement mis à la disposition du public, par le Ministre de l'Agriculture, dans une série de Volumes, accompagnés de notes scientifiques, d'annexes, de cartes et de planches. Les six premiers de ces Volumes ont déjà paru.

Ces études ont permis de reconnaître, dans la région des Alpes, l'existence d'une puissance hydraulique dont l'importance totale oscille, suivant la saison, entre 1 million et demi et 3 millions et demi de chevaux-vapeur.

Cette puissance se répartit, comme l'indique le Tableau ci-après, entre les cours d'eau des domaines public et privé :

Puissances hydrauliques (non compris celle du Rhône) *existant dans les Alpes françaises.*

	Puissances utilisées en 1914		Puissances dont l'utilisation est actuellement projetée		Puissances totales existantes	
	en basses eaux.	en hautes eaux.	en basses eaux.	en hautes eaux.	en basses eaux.	en hautes eaux.
	Milliers de chevaux-vapeur.					
Cours d'eau privés..........	165	460	70	200	1200	2500
Cours d'eau du domaine public.....................	15	40	180	500	300	1000
Ensemble...........	180	500	250	700	1500	3500

Pour donner une idée de l'importance économique de ces disponibilités, il suffira de dire que les 500000 chevaux-vapeur déjà exploités ont entraîné l'immobilisation de près de 600 millions de francs et que les 500000 chevaux dont l'utilisation est en ce moment à l'étude nécessiteront une dépense à peu près égale.

La Commission propose de décerner le prix à M. **de la Brosse**, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, organisateur et chef de l'une des missions d'études des grandes forces hydrauliques, auteur de nombreux travaux scientifiques et économiques se rattachant à ces questions.

L'Académie adopte la conclusion de ce Rapport.

PRIX BINOUX (Géographie).

(Commissaires : MM. Grandidier, Bassot, Guyou, Lallemand, Darboux, Perrier, le prince Bonaparte; Bertin et Hatt, rapporteurs.)

Le prix est partagé :

Un prix de *quinze cents francs* est décerné à M. **Ernest Esclangon** pour son Ouvrage intitulé : *Observations de l'intensité de la pesanteur dans le sud-ouest de la France;*

Un prix de *cinq cents francs* est décerné à M. **Alfred Vialay** pour son Ouvrage intitulé : *Contribution à l'étude des relations existant entre les circulations atmosphériques, l'électricité atmosphérique et le magnétisme terrestre;*

Un prix de *cinq cents francs* est décerné conjointement à MM. **Paul Schwartz** et **Fernand Villatte** pour l'ensemble de leurs travaux.

Rapport de M. **Hatt** *sur l'Ouvrage de M.* Ernest Esclangon.

L'étude de l'intensité de la pesanteur, poursuivie depuis 1909 par M. **Esclangon**, a été inspirée par le désir de vérifier l'existence de certaines anomalies signalées depuis 1808 dans la région sud-ouest de la France et de déterminer l'étendue des régions présentant ces anomalies. Elle a été accomplie avec le concours du Service géographique de l'Armée, en employant le pendule réversible et inversable du général Defforges et en se conformant aux instructions du général Bourgeois. Elle n'en porte pas moins l'empreinte très personnelle de M. Esclangon.

La précision avec laquelle la valeur de g peut être obtenue dépend surtout d'une mesure de temps, celle de la période τ d'oscillation d'un pendule qui doit être obtenue avec une erreur de moins de trois unités du septième ordre, pour donner cinq décimales exactes de g, d'après la formule

$$dg = 27,6\, d\tau,$$

établie par M. Esclangon. De là résulte, pour les astronomes professionnels, une aptitude toute spéciale à l'étude de la pesanteur, que ne possèdent pas au même degré les géodésiens de métier. Toute la partie expérimentale du travail de M. Esclangon confirme ce principe que l'auteur énonce dès le début. On trouve de plus, dans le Mémoire tout entier, surtout dans les Notes et particulièrement les Notes I et VII, la preuve d'une aptitude à traiter à fond par le calcul les questions de Mécanique rationnelle les plus délicates qui ne le cède en rien au talent d'observateur de M. Esclangon.

Le Mémoire comprend trois Parties et il est suivi de neuf Notes qui en forment peut-être la partie la plus originale.

La première Partie consiste dans l'exposé général des méthodes d'observation et de calcul. La période d'oscillation τ du pendule simple présentant pour longueur la distance λ des arêtes des deux couteaux se déduit de l'observation des deux périodes d'oscillation T et T' autour de chaque couteau. Quatre observations de 6 heures de durée chacune s'exécutent autour de chaque couteau, en faisant varier la période par le déplacement de la masse mobile et en opérant le retournement du pendule autour de son axe vertical. D'autre part, on a l'expression de τ en fonctions de λ,

de g inconnu, et de divers termes correctifs dont chacun fait l'objet d'une analyse séparée. L'égalité entre ces deux valeurs de τ donne g avec une approximation déterminée par celle des diverses corrections.

Les corrections, qui portent sur la température, la pression de l'air, le mouvement imprimé au support par l'inertie du pendule et le glissement des couteaux, ont tout leur développement dans les Notes, qui peuvent être considérées comme le complément de la première Partie.

La deuxième Partie décrit les opérations décrites en 1909 dans sept stations, en 1910 dans six et enfin reprises en 1911 à Floirac et à Paris. Il y a eu 24 séries de mesures exécutées à Floirac et 32 à Paris. La valeur de g comparativement à Paris a été déterminée dans dix stations du Sud-Ouest.

La troisième Partie donne les conclusions. Les anomalies sur la valeur de g se réduisent à peu de chose. Pour Floirac, qui a donné lieu à des déterminations particulièrement précises, la valeur de g, en prenant pour Paris 9,81000, est d'après les observations égale à 0,80629, ce qui donnerait 0,80646 à l'altitude zéro. Or le calcul donne, d'après la latitude comparée à celle de Paris, 0,80651. La différence est 0,00005. Il n'y a de divergences un peu prononcées que deux en moins $-$ 0,00016 à Cavignac, $-$ 0,00020 à Coutras et une en plus $+$ 0,00013 à Arcachon. Pour les sept autres, l'écart moyen est 0,000014 seulement, à peine supérieur au degré d'approximation évalué à 0,00001.

La faible valeur des écarts locaux ainsi établie donne une grande importance à la détermination de la valeur de g qui devient ainsi l'auxiliaire de la géodésie en fournissant un moyen de déterminer la forme du géoïde terrestre. Pour cette mesure de g, le travail de M. Esclangon a de plus, au point de vue de la précision des relevés d'observation et de leurs corrections théoriques, une importance qui dépasse de beaucoup les conclusions relatives au cas particulier de notre région du Sud-Ouest.

La Commission attribue à M. **Esclangon** une part de *quinze cents francs* sur le prix Binoux.

Rapport de M. **Bertin** *sur l'Ouvrage de M.* Vialay.

Cet important Ouvrage de *Géographie physique* se recommande surtout par la richesse d'une documentation puisée dans les Recueils scientifiques et les récits de voyageurs et de marins de tous pays.

La masse des observations recueillies et analysées y est coordonnée et condensée en une synthèse générale de la Météorologie du globe, dont les

détails peuvent indubitablement prêter à la discussion, mais dont l'ensemble est d'un grand intérêt.

M. **Vialay** a ainsi fait faire à la Géographie physique un double progrès, au point de vue de la connaissance des faits acquis et au point de vue de leur interprétation définitive. En conséquence, la Commission propose de lui attribuer une part de *cinq cents francs* dans le prix Binoux.

Rapport de M. **Hatt** *sur les travaux de MM.* Schwartz *et* Villatte.

Le capitaine d'infanterie coloniale **Schwartz** et le lieutenant **Villatte** du même corps ont été détachés en 1912 dans nos possessions africaines, le premier comme chef de la mission franco-libérienne, le second comme membre de cette mission chargée d'opérer la délimitation des frontières françaises dans cette portion de notre domaine colonial. Ce n'est pas sans une forte préparation aux travaux astronomiques que les deux officiers ont entrepris cette mission; leur séjour à l'Observatoire du Bureau des Longitudes à Montsouris a été fructueusement utilisé par eux pour se perfectionner dans les méthodes de reconnaissance qui, dans les dernières années, ont été radicalement transformées par l'emploi de l'astrolabe et de la télégraphie sans fil.

Ils détachent aujourd'hui de leurs travaux trois Notes qu'ils soumettent au jugement de l'Académie dans le but de concourir au prix Binoux bisannuel.

La Note n° 1, la plus importante, relate une détermination de longitude par télégraphie sans fil entre Conakry et la station de Kissidongou située à environ 400^{km} de distance. C'est la première fois que pareille opération est tentée dans des conditions d'installations aussi primitives. On peut dire qu'il a fallu opérer en pleine brousse; le mérite est donc grand d'avoir obtenu des concordances aussi remarquables dans les chiffres cités par les auteurs de la Note.

On ne peut exprimer qu'un regret, c'est que la Note soit aussi laconique quant aux détails de l'installation, qu'il faut en quelque sorte deviner d'après les figures, très bien exécutées d'ailleurs.

C'est ainsi que le fait de la disposition de l'antenne dans le plan vertical de la station conjuguée résulte d'un simple dessin montrant que les observateurs étaient au courant de l'une des notions les plus récentes de la théorie des ondes hertziennes.

Par la Note n° 2 nous apprenons que les opérateurs ont pu recourir à des signaux optiques pour faire à des distances supérieures à 40^{km} des

comparaisons de chronomètres par un dispositif nouveau et ingénieux.

Enfin, la Note n° 3 concerne l'application de l'astrolabe à prisme aux observations du Soleil qui, dans ces parages, est très souvent le seul astre visible avec ce ciel obstinément nuageux. La méthode des hauteurs égales devient, dans ce cas, celle des hauteurs correspondantes et permet la détermination de l'heure et de la latitude par comparaison avec certaines observations au théodolite.

En résumé, les travaux que MM. **Schwartz** et **Villatte** soumettent au jugement de l'Académie nous paraissent dignes d'être distingués d'une manière spéciale. Nous estimons qu'il y aurait lieu d'accorder aux auteurs un prix de *cinq cents francs* sur le montant du prix Binoux.

Mais, pour que le vœu de la Commission soit réalisable il devient nécessaire de porter à 2500fr le total du prix. Elle espère que l'Académie voudra bien consentir à cette augmentation en raison du mérite des candidats présentés par elle (MM. **Esclangon**, **Vialay**, **Schwartz** et **Villatte**). Le prix est du reste bisannuel et cette circonstance nous obligerait à reporter très loin les candidats éliminés.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

(Commissaires : MM. Grandidier, Bassot, Guyon, Hatt, Bertin, Lallemand, Darboux, le Prince Bonaparte; Edmond Perrier, rapporteur.)

Le Mémoire qu'a présenté M. **Jacques Liouville** au Concours fait partie des publications relatives aux voyages de M. le Dr Jean Charcot dans les régions antarctiques, où M. Jacques Liouville l'a accompagné. Ce Mémoire a pour titre : *Les Cétacés de l'Antarctique : Baleinoptères, Ziphiidés, Delphinidés*. On s'étonnera peut-être de ne pas voir les Baleines mentionnées dans cette liste, mais cela tient à ce que les Baleines ne dépassent pas le 60e degré de latitude Sud et qu'elles ne comptent pas, en conséquence, parmi les Cétacés qui habitent la région antarctique et qui sont encore nombreux pour quelques années. Je dis « quelques années » parce que de puissantes expéditions sont organisées, surtout en Norvège, pour les détruire et qu'au train dont vont les choses ils ne résisteront pas longtemps.

De nombreuses questions étaient à résoudre, en ce qui concerne les Cétacés antarctiques et qui ne pouvaient guère l'être que sur place et par

un observateur exact et rigoureux. M. Jacques Liouville s'est soigneusement appliqué à cette tâche. Une première question se posait : Les espèces antarctiques sont-elles les mêmes que les espèces arctiques? Beaucoup d'auteurs avaient jugé commode de considérer *a priori* les espèces comme distinctes et de donner un nom particulier aux espèces des deux régions, quoiqu'il fût le plus souvent impossible de trouver un caractère les séparant nettement. Ils avaient naturellement contre eux les partisans de la *bipolarité* des faunes qui étaient suspects de partialité en sens contraire. M. Liouville, par un examen attentif des sujets, a été conduit à admettre l'identité des espèces de Cétacés aux deux pôles, sans que cela entraîne bien entendu une identité générale ou même une correspondance nécessaire d'espèce à espèce entre les deux faunes pour tout le règne animal.

Les espèces qu'il a rencontrées sont les suivantes :

Balænoptera musculus L., *B. physalus* L., *B. borealis* Less., *B. acutorostrata* Lacép., *Megaptera longimana* Rud., *Hyperoodon rostratum* Pontapp., *Orca-orca* Mull., *Globiocephalus melas* Tr., *Lagenorhynchus Fitzroyi* Water.

De ces divers animaux M. Liouville donne de beaux dessins et de belles photographies qui fixent nettement leurs caractères et les variations dont ils sont susceptibles, notamment en ce qui concerne les élégantes bandes blanches qui ornent les flancs des *Lagenorhynchus*.

Il y a grand intérêt, tant pour les pêcheurs qu'au point de vue de la distribution géographique, à pouvoir distinguer en mer, dès qu'un Cétacé apparaît, à quelle espèce il appartient. M. Liouville s'est appliqué à étudier le souffle, l'allure, le rythme respiratoire, les formes des nageoires des diverses espèces, et il a donné une Table permettant d'arriver sûrement à la détermination exacte de l'animal qui se montre momentanément et partiellement au-dessus de la surface des vagues. Il a donné également de nombreux renseignements sur l'organisation des diverses espèces.

Mais il n'a pas oublié que la pêche des Cétacés était une industrie rémunératrice pour qui sait la pratiquer. Il a donné sur cette pêche dans l'Antarctique, son organisation, ses résultats, les dangers qu'elle court, des renseignements précis que tous les industriels consulteront avec fruit. En un mot, il a réalisé sur ce sujet une œuvre complète qui mérite en tous points la récompense que nous vous proposons pour lui.

L'Académie adopte la conclusion de ce Rapport.

NAVIGATION.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE LA MARINE.

(Commissaires : MM. Grandidier, Boussinesq, Deprez, Léauté, Bassot, Guyou, Sebert, Lallemand; Hatt, Bertin, Vieille, Lecornu, rapporteurs.)

Le prix est partagé :

Un prix de *deux mille francs* est décerné à M. **Roussilhe**, ingénieur hydrographe, pour ses travaux sur le *Congo français;*

Un prix de *deux mille francs* est décerné à M. **Poincet**, ingénieur de la Marine, pour ses études sur *L'association des hélices aux turbines;*

Un prix de *quinze cents francs* est décerné à M. **Crémieux**, ingénieur en chef de l'Artillerie navale, pour son Ouvrage intitulé : *Les poudres de la Marine. Balistique intérieure appliquée;*

Un prix de *cinq cents francs* est décerné à M. **Lafon**, lieutenant de vaisseau, pour son Ouvrage intitulé : *L'Aéronautique navale militaire* (*France et étranger*).

Rapport de M. **Hatt** *sur le travail de M.* Roussilhe.

Les deux Volumes et la collection de Cartes, publiées récemment par M. **Roussilhe**, ingénieur hydrographe, chef de la mission Congo-Oubanghi-Sanga, rendent compte des travaux qui ont été exécutés sous sa direction dans le Congo français.

Le réseau des voies fluviales navigables de notre colonie est un des plus riches du globe; plus développé que celui de la Basse-Cochinchine, il reste inférieur par son manque de communication avec la mer. Cette circonstance compliquait singulièrement l'organisation d'une mission hydrographique, car il y avait tout d'abord à créer sur place le matériel naval indispensable aux opérations. M. Roussilhe, chargé par le Ministre des Colonies des études relatives à l'amélioration de la navigation fluviale congolaise, dut monter de toutes pièces et aménager la flottille composée d'un vapeur à roues de 100 tonnes, de quatre vedettes à vapeur, d'une vedette automobile, de quatre chalands et de deux baleinières d'acier.

C'est avec ce matériel que furent entrepris les reconnaissances et levés de précision dans le Congo et ses deux affluents principaux, la Sanga et l'Oubanghi, sur une étendue qui n'est pas inférieure à 2000^{km}. Ce travail colossal accompli, en moins de 18 mois, a donné lieu à la rédaction et à la publication de 28 Cartes :

12 feuilles à $\frac{1}{50000}$, reconnaissance du Congo et de l'Oubanghi;

6 plans à grande échelle, Léopoldville, Brazzaville, et Stanley Pool;

10 plans à $\frac{1}{10000}$ concernant l'Oubanghi.

Les deux Volumes rendent compte des opérations exécutées par la mission et contiennent une foule de renseignements du plus haut intérêt concernant la géographie de la région, des projets de travaux publics étudiés avec une rare compétence, des propositions précises en vue d'améliorer l'exploitation du réseau fluvial.

Il faut citer à part une étude générale du phénomène des crues et du régime hydraulique du Congo et de ses affluents, dont certaines parties ont fait l'objet d'une Communication préliminaire à l'Académie, dans le courant de l'année 1912. L'auteur montre que le réseau congolais constitue à tous égards une voie naturelle de premier ordre, comparable pour la pente au Nil inférieur, mais d'un débit beaucoup plus grand : 1214 milliards de mètres cubes par an au lieu de 94. Les profondeurs accessibles dans le chenal atteignent :

10^{m}..	300^{km} de long
5,4..	516 »
3,4..	817 »
1,7..	1168 »

C'est comme conclusion aux études effectuées, que M. Roussilhe expose ses propositions ayant pour but l'amélioration, le perfectionnement de la navigation fluviale. Cette partie de son travail est appelée à exercer l'influence la plus heureuse sur le développement de la colonie, car on sait que la prospérité est directement liée à la facilité des communications.

A un autre point de vue, M. Roussilhe a déjà rendu les plus grands services à son pays, car il a représenté la France comme délégué technique à la Conférence de Berne, qui avait pour but de préparer la délimitation des régions de l'Afrique équatoriale française et du Cameroun allemand.

Le travail de M. Roussilhe est considérable et témoigne d'une compétence scientifique et pratique très étendue. Il mérite à tous égards d'être distingué; la Commission attribue à M. **Roussilhe** un prix de *deux mille francs* à prélever sur le montant du prix extraordinaire.

Rapport de M. **Bertin** *sur les travaux de M.* Poincet.

A la suite d'expériences très complètes sur un contre-torpilleur, le S. T., faites aux frais du Creusot et dirigées par M. **Poincet**, cet ingénieur a rédigé deux Mémoires successifs sur la question capitale de l'association des hélices aux turbines.

Les formules et les courbes déduites par M. Poincet des résultats obtenus peuvent permettre de déterminer avec précision les dimensions d'hélices et les proportions entre hélices et turbines les plus favorables, soit à la vitesse dans la marche à toute puissance, soit à la distance franchissable dans la marche à puissance réduite.

A ces conclusions d'ordre pratique, M. Poincet en ajoute quelques autres d'intérêt plutôt scientifique, relatives à la succion de l'hélice sur la carène, et réciproquement à l'influence de la carène sur le recul de l'hélice (que M. Poincet nomme *sillage*). Les valeurs numériques, déduites de l'observation, concernant les effets de ces deux phénomènes ne sont pas dépourvues d'utilité pour les constructeurs.

Les Mémoires de M. **Poincet** méritent l'attribution d'un prix de *deux mille francs*, bien que leur importance puisse être regardée comme un peu moindre que celle du Mémoire de M. Dumanois.

Rapport de M. **Vieille** *sur l'Ouvrage de M.* Crémieux.

L'Ouvrage présenté par M. **M. Crémieux**, ingénieur en chef de l'Artillerie navale, est intitulé : *Les poudres de la Marine. Balistique intérieure appliquée.* C'est un exposé des propriétés des poudres colloïdales et de leurs applications balistiques, divisé en trois parties d'importance très inégale.

Dans une première partie, l'auteur rappelle les propriétés générales de ce type de poudre exclusivement employé aujourd'hui par toutes les marines de guerre, et analyse les causes particulières de leurs variations balistiques.

Dans une deuxième partie, M. l'ingénieur en chef Crémieux présente une étude critique des diverses théories de balistique intérieure et en compare les résultats avec les observations expérimentales.

Ces deux premières parties du travail n'ont pas pour but d'établir des relations nouvelles, mais de préciser les conditions spéciales d'utilisation des poudres dans les canons de marine à grande puissance. Elles renferment une foule de résultats expérimentaux choisis avec soin parmi les mieux

établis et les plus caractéristiques. Tous ceux qui ont eu l'occasion d'étudier les problèmes pratiques de la balistique intérieure savent combien ce choix judicieux implique d'étendue de connaissances et de jugement.

La partie principale de l'Ouvrage concerne les recherches expérimentales faites par le Service de l'Artillerie navale, en vue d'améliorer et de simplifier les conditions de recette des poudres. Les difficultés qu'on y rencontre sont multiples : une poudre n'est apte à entrer dans les approvisionnements de guerre que si elle fournit, dans le canon auquel elle est destinée, des effets balistiques compris dans d'étroites limites. L'épreuve la plus simple pour la recevoir consisterait donc à vérifier ses propriétés dans l'arme à laquelle elle est destinée. Mais il est souvent ou trop coûteux ou impraticable de recevoir les poudres, surtout les poudres épaisses, par des tirs faits dans les canons d'emploi. On est alors conduit à chercher à effectuer plus simplement cette réception dans une éprouvette plus petite, susceptible d'être mise entre les mains du fabricant pour le réglage de sa fabrication. Mais ici se présente une grave difficulté : celle de la sensibilité de l'arme aux variations des propriétés de la poudre.

Suivant les conditions de tir adoptées, le poids de la charge et le poids du projectile, une même éprouvette tirant les divers échantillons légèrement variables d'un même type de poudre pourra se montrer ou très optimiste, c'est-à-dire beaucoup moins sensible que le canon normal aux irrégularités de la fabrication, ou au contraire exagérément pessimiste, c'est-à-dire amplificateur excessif de variations sans importance au point de vue du tir réel.

C'est l'étude du choix de l'éprouvette et des conditions de chargement convenables pour assurer des lois de correspondance rigoureuses entre le tir d'épreuve et le tir réel, qui constitue la partie la plus originale et la plus essentielle du travail de M. l'ingénieur en chef Crémieux.

Il montre par une discussion approfondie que, si la théorie permet de prévoir les conditions auxquelles on obtient en principe l'égale sensibilité de l'éprouvette et du canon d'emploi, c'est à l'expérience directe qu'il convient de demander les lois de correspondance par des tirs de lots de poudre de vivacités très différentes.

L'auteur consacre toute la troisième Partie de son Ouvrage à l'étude des résultats expérimentaux obtenus dans cette recherche des lois de correspondance, recherches engagées sur son initiative par le Service de l'Artillerie navale, et suivies par lui au Laboratoire central de la Marine : il montre comment en résulte un procédé commode pour la réception des

poudres de la Marine et comment on pourrait ainsi parvenir à n'employer pour toutes les poudres qu'un très petit nombre d'éprouvettes.

Si le temps n'est pas encore venu d'adopter une éprouvette unique, au moins semble-t-il qu'on serait en mesure dès aujourd'hui de réduire le nombre des canons d'épreuve à deux ou trois, l'un pour les poudres minces et les autres pour les poudres épaisses et très épaisses. Il y aurait à cette manière de faire d'autant plus d'intérêt que les poudreries munies de l'éprouvette correspondant aux poudres qu'elles fabriquent seraient en état de régler leur fabrication sans retards inutiles et, en cas de guerre, de procéder avec les Services consommateurs à des réceptions sur place d'une grande rapidité d'exécution.

Ce système, préconisé d'abord par M. Crémieux, présente des avantages évidents et montre tout l'intérêt qui s'attache à la détermination des lois de correspondance par les méthodes de l'auteur; le tarage des poudres avant les écoles à feu est une autre application importante des mêmes lois.

Toutes les discussions présentées dans l'Ouvrage de M. **Crémieux** témoignent, d'ailleurs, d'une connaissance approfondie des questions de balistique intérieure et de vues originales dans la critique des faits expérimentaux.

Votre Commission vous propose d'attribuer à l'auteur une part de *quinze cents francs* sur le prix extraordinaire de la Marine.

Rapport de M. **Lecornu** *sur les travaux de M.* Lafon.

M. **Lafon**, lieutenant de vaisseau, soumet au jugement de l'Académie des Sciences, en vue de l'obtention d'un prix, l'Ouvrage qu'il a publié sous le titre : *L'Aéronautique navale militaire* (*France et étranger*). Après quelques généralités, l'auteur donne une description sommaire des principaux types d'aéronefs, notamment des hydro-avions, et discute leurs conditions de stabilité; puis il indique l'organisation de l'Aéronautique militaire en France, Abordant enfin le problème de l'Aéronautique navale, il fait connaître la situation actuelle tant en France qu'à l'étranger. Il termine par un exposé de ce que devrait être, à son avis, l'organisation rationnelle de ce Service.

La plus grande partie de l'Ouvrage concerne des objets administratifs qui échappent à notre compétence. Nous signalerons au point de vue technique les vues personnelles de l'auteur sur la meilleure forme d'avion marin. D'après lui, l'aviation maritime ne sera réellement pratiquable que

quand on disposera d'engins capables de s'élever dans la grande houle ou de s'y poser sans glissement.

Ce Volume résume bien l'état d'une question qui intéresse au plus haut point la Défense nationale. Nous proposons d'accorder à l'auteur une part de *cinq cents francs* sur le prix extraordinaire de la Marine.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. Grandidier, Boussinesq, Deprez, Léauté, Bassot, Guyou, Hatt, Vieille, Lallemand, Lecornu; Sebert et Bertin, rapporteurs.)

Le prix est partagé :

Un prix de *deux mille francs* est décerné à M. **Dumanois** pour son Mémoire intitulé : *Application du moteur à combustion interne sur les navires de guerre*;

Un prix de *quinze cents francs* est décerné à M. **Moritz** pour son Ouvrage intitulé : *Les moteurs thermiques dans leurs rapports avec la Thermodynamique*;

Un prix de *cinq cents francs* est décerné à M. **Schwartz** pour l'ensemble de ses travaux.

Rapport de M. **Bertin** *sur le Mémoire de M.* Dumanois.

Le Mémoire de M. **Dumanois** comprend deux parties :

1° Une étude approfondie et une explication raisonnée des avaries éprouvées sur les moteurs légers construits pour la Marine de guerre et particulièrement les sous-marins.

Cette étude fait, dès à présent, autorité. Elle est le point de départ des recherches tentées en vue d'une application pratique du moteur Diesel, qui peut rendre de grands services.

2° Une proposition de disposition nouvelle qui paraît conçue rationnellement, mais sur laquelle on ne pourrait se prononcer qu'après expérience, si c'est à cette disposition que la Marine militaire se décide à recourir.

La première partie mérite l'attribution de la moitié du prix Plumey (*deux mille francs*).

Rapport de M. Sebert *sur l'Ouvrage de M.* Moritz.

M. Moritz, ancien ingénieur des constructions navales, qui a laissé dans la Marine le souvenir d'intéressants travaux et de services distingués, a continué, dans sa retraite, à s'occuper de recherches scientifiques intéressant les constructions mécaniques et l'art naval.

Il vient de publier un important Ouvrage intitulé : *Les moteurs thermiques dans leurs rapports avec la Thermodynamique*, dans lequel il traite de questions concernant tous les genres de moteurs thermiques : moteurs à pétrole et à combustion, machines à vapeur alternatives et turbines à vapeur de tous types.

Cet Ouvrage constitue un travail digne d'attirer l'attention des constructeurs qui peuvent se trouver aux prises avec les difficultés d'application des nouvelles dispositions des machines motrices et qui désirent se rendre compte des conditions économiques de fonctionnement de ces machines.

L'Ouvrage, en effet, a pour but de mettre à la disposition des ingénieurs constructeurs qui, souvent jusqu'à ce jour, se sont rapportés trop exclusivement à la pratique pure, les ressources de la Thermodynamique pour l'étude rationnelle et complète des moteurs thermiques, au point de vue de la puissance qu'ils doivent développer et de l'économie qu'ils sont susceptibles de réaliser.

Les deux premiers Chapitres de l'Ouvrage ne font que rappeler les notions de Thermodynamique strictement indispensables pour cette étude.

La fonction *entropie*, qui est une des fonctions de l'énergie calorifique, si utile à l'analyse des consommations ou des puissances, y est définie pratiquement avec grande clarté et utilisée très simplement.

Un réseau entropique pour la vapeur d'eau, fort complet, applicable à tous les cas de la pratique, y est annexé.

Les deux Chapitres suivants sont consacrés aux machines alternatives à combustion interne de divers types et à vapeur.

L'étude qui en est faite ne peut laisser place, dans l'esprit du lecteur qui aura à l'appliquer, à aucun doute sur la consommation de combustible qu'il aura à envisager ou sur les causes multiples qui peuvent modifier cette consommation.

Il pourra ainsi, en particulier, obtenir, sans aléa, la dépense minima par cheval-heure compatible avec le problème posé.

Mais la partie la plus importante de l'Ouvrage est consacrée à l'étude complète des turbines à vapeur de tous types, tant au point de vue de leur

puissance que de leur consommation, soit qu'il s'agisse d'ailleurs de turbines marchant à allure constante, comme cela se produit à terre, soit qu'il s'agisse de turbines appelées à marcher à allures variables, comme à bord des navires.

Cette analyse est naturellement précédée d'un Chapitre relatif à l'écoulement de la vapeur d'eau, dans les tuyères qui conviennent ou non à un problème déterminé d'écoulement, c'est-à-dire à la transformation d'énergie calorifique en énergie cinétique. Le cas des tuyères avec section d'entrée non infinie est examiné tout particulièrement, de même que celui des tuyères qui ne conviennent pas à des pressions d'amont et d'aval données.

Les chocs de la vapeur qui se produisent, dans ce dernier cas, sont analysés.

Quant aux turbines elles-mêmes, leurs calculs complets, quel qu'en soit le type, y sont donnés en tenant compte de toutes les causes de pertes d'énergie et de leurs récupérations partielles.

Les divers types de turbines sont comparés rationnellement entre eux et avec les autres moteurs thermiques.

Pour tous ces moteurs, l'influence de la surchauffe est examinée avec précision. Enfin les applications à la propulsion des navires de guerre ou de commerce ont été traitées par l'auteur qui a envisagé les applications les plus modernes.

C'est principalement à la marine à vapeur que la publication de l'Ouvrage de M. **Moritz** a rendu des services.

Pour ce motif, la Commission propose d'attribuer à son auteur une somme de *mille cinq cents francs* à prélever sur le reliquat des fonds du prix Plumey.

Rapport de M. **Bertin** *sur un Mémoire de M.* Schwartz.

M. **Schwartz** a poursuivi pendant toute sa carrière l'amélioration des embarcations à vapeur de la Marine de guerre.

Il est l'auteur des plans adoptés à diverses reprises et devenus, pour ainsi dire, réglementaires.

Son Mémoire est le résumé de ses travaux.

La Commission attribue à M. **Schwartz** un prix de *cinq cents francs*.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT.

(Commissaires : MM. Lippmann, Amagat, Bouty, Villard, Branly, Boussinesq, Émile Picard, Carpentier; Violle, rapporteur.)

M. **Mauduit** soumet au jugement de l'Académie un Ouvrage intitulé : *Machines électriques*, résumant le cours qu'il professe depuis plus de dix ans à l'Institut électrotechnique de Nancy. Cet Ouvrage ne fait pas double emploi avec les Traités justement classiques d'Électrotechnique générale : il a pour objet le développement précis et pratique des calculs nécessaires à la construction des machines dynamo-électriques. Il constitue, en réalité, une étude rationnelle et critique de la construction et du fonctionnement des différentes machines, base essentielle de l'instruction technique de l'ingénieur électricien. Comme le dit très bien l'auteur, « le problème de la construction d'une machine n'est pas de ceux qui se traitent par une élimination plus ou moins compliquée entre un certain nombre d'équations; il nécessite plutôt la connaissance d'une grande quantité de données numériques, susceptibles de faciliter le choix entre les diverses arbitraires et il ne peut être rationnellement entrepris que lorsque les élèves ont puisé les renseignements indispensables dans une série d'essais méthodiques sur différentes machines du même type que celles dont ils auront plus tard à effectuer le projet ».

Depuis la publication de son Traité, M. Mauduit s'est particulièrement attaché à la question de la commutation, sur laquelle avaient généralement cours des théories dont il établit l'inexactitude. Il montre l'influence des propriétés des balais sur la commutation. Il met en évidence plusieurs points importants, notamment le rôle des courants induits dans les enroulements inducteurs par les variations des ampères-tours de l'induit. Il est ainsi conduit à une théorie relativement simple, qui permet de tenir compte de tous les phénomènes et de calculer désormais avec une suffisante précision et sans formule compliquée les machines à courant continu.

Votre Commission estime que livre et recherches qualifient hautement M. **Mauduit** pour le prix Hébert.

L'Académie adopte la conclusion de ce Rapport.

PRIX HUGHES.

(Commissaires : MM. Lippmann, Violle, Amagat, Bouty, Branly, Boussinesq, Émile Picard, Carpentier; Villard, rapporteur.)

Depuis une vingtaine d'années, malgré le peu de loisirs que lui laissent les très absorbantes fonctions de professeur au Lycée Henry IV, M. **Louis Benoist** a publié sur les rayons X toute une série de remarquables travaux, et son nom demeure indissolublement attaché aux premières découvertes touchant les propriétés des nouveaux rayons.

M. Benoist a été, dans cette branche de la Physique, un ouvrier de la première heure : comprenant dès le début, par une juste intuition, que les rayons X sont proches parents de la lumière ultraviolette, il fait avec M. Hurmuzescu l'essai de leur action sur les corps électrisés; six semaines après la découverte de Röntgen, ces deux auteurs font les premiers connaître l'une des plus importantes propriétés des rayons X, celle d'égaliser les potentiels, aux forces électromotrices de contact près, et fondent la méthode d'étude qualitative et quantitative, devenue aujourd'hui la méthode dite d'*ionisation*, dont l'application s'est montrée, comme on le sait, si remarquablement féconde.

Peu après, M. Benoist reconnaît que les rayons X sont hétérogènes : il observe que le coefficient de transmission d'une substance pour ces rayons varie avec les conditions dans lesquelles ils sont émis, indiquant par cela même, qu'il existe des rayons d'espèces ou de *qualités* différentes, que ce coefficient de transmission permet précisément de définir. A cette propriété de la matière, analogue à ce qu'est pour la lumière la couleur d'un corps transparent, M. Benoist donne le nom heureusement choisi de *Radiochroïsme* et montre que si nombre de corps, l'aluminium en particulier, sont fortement radiochroïques, certains autres, tels que l'argent ou le cadmium, absorbent au contraire également tous les rayons; sur ces données il construit le premier instrument de mesure qu'on ait possédé pour l'étude des rayons X, le *Radiochromomètre*, au moyen duquel on définit sans peine la *qualité* d'un faisceau de rayons par l'épaisseur d'aluminium équivalente à une épaisseur d'argent donnée. On sait quels services ce précieux appareil a rendus et rend chaque jour aux radiologistes.

Poursuivant ses recherches sur ce sujet, M. Benoist démontre que le pouvoir absorbant d'une substance est une propriété purement atomique,

essentiellement additive, tout à fait indépendante de l'état de mélange ou de combinaison des corps, et fonction généralement croissante de leur poids atomique. Il énonce alors la loi de transparence de la matière pour les rayons X et construit des réseaux de courbes d'isotransparence au moyen desquels on peut construire le spectre d'un faisceau de rayons X, ou encore calculer le coefficient d'absorption d'un corps de composition connue.

Sur cet ensemble de résultats, M. Benoist fonde une méthode, entièrement nouvelle d'analyse qualitative et quantitative, donnant la composition d'un mélange ou d'une combinaison par la seule mesure de son pouvoir absorbant. Inversement, et c'est là une application particulièrement intéressante, la même méthode fournit un moyen de déterminer d'une manière purement physique le poids atomique d'un corps simple, libre ou combiné. Plusieurs déterminations effectuées ainsi par M. Benoist (indium, thorium, cérium, glucinium) ont démontré l'excellence de la nouvelle méthode.

D'autres travaux (Électrométrie, Chronophotographie par les flammes périodiques, Photochromie, etc.), seraient encore à signaler. Ceux dont on vient de lire l'exposé ont paru à la Commission suffisamment remarquables pour qu'à l'unanimité elle ait décidé de décerner le prix Hughes à M. **Benoist**.

L'Académie adopte la conclusion de ce Rapport.

PRIX L. LA CAZE.

(Commissaires : MM. Lippmann, Violle, Amagat, Villard, Branly, Boussinesq, Émile Picard, Carpentier; Bouty, rapporteur.)

M. **Jean Perrin** a eu cette rare fortune de se signaler à ses débuts par une découverte importante. On discutait depuis 25 ans sur la nature des rayons cathodiques. Dès ses premiers essais (1895), M. Perrin établit que ces rayons transportent de l'électricité négative. Ce résultat, demeuré classique, devait fournir plus tard une base expérimentale solide aux diverses théories électroniques.

En même temps que les rayons cathodiques, le jeune Perrin étudia aussi les nouveaux rayons découverts par Röntgen. Il apporte à ce double travail une ardeur si communicative que ses camarades normaliens le

secondent à l'envi : « Beaucoup d'entre eux, nous dit-il, n'ont jamais hésité à me consacrer leurs jours et leurs nuits, alors qu'il était nécessaire de fixer rapidement ses idées sur un sujet nouveau. » Le nom de M. Perrin demeurera associé à ceux des premiers pionniers qui ont exploré avec fruit un champ de recherches si fertile, que 20 années de recherches paraissaient loin d'avoir épuisé.

Ce coup d'éclat d'un tout jeune homme valut à son auteur, outre le grade de docteur ès sciences, une récompense plus enviée, la médaille Joule, décernée par la Société royale de Londres.

Peu de temps après, un cours de Chimie physique fut créé à la Sorbonne. L'activité exceptionnelle, l'incontestable originalité dont avait fait preuve M. Perrin, semblaient présager quelques-unes des qualités d'un chef d'école. Elles lui valurent la mission périlleuse d'organiser un enseignement auquel il n'était pas spécialement préparé et pour lequel il n'existait pas alors de modèles.

Notre jeune savant apporte à ce travail pédagogique la même fougue qui l'avait si bien servi dans ses recherches expérimentales. Quand, au bout de peu d'années, il pense avoir suffisamment établi les bases de son enseignement, il en réunit l'exposé dans un Livre pour lequel il ne craignit pas d'emprunter un titre illustré par Newton : *Les principes*. C'est en effet un exposé très personnel des principes de la Thermodynamique, et, dans la pensée de l'auteur, c'était aussi le premier Volume d'un Traité complet de Chimie physique.

Mais, dans une Science encore à l'état naissant, un esprit aussi ferme que celui de M. Perrin devait surtout être frappé par le nombre et l'importance des lacunes. C'est pourquoi le second Volume du cours de M. Perrin n'a pas encore vu le jour. En revanche deux de ces lacunes ont été si fructueusement explorées que deux Chapitres presque entièrement nouveaux du Livre futur en ont, comme spontanément, jailli.

Le premier de ces Chapitres a trait aux phénomènes qui dépendent de l'électrisation de contact et aux propriétés générales des colloïdes. On sait à quelle abondance de Mémoires diffus, à quelle confusion de faits épars et en apparence contradictoires se heurtent ceux qui veulent acquérir des idées claires dans ces matières controversées. Si M. Perrin n'y apporte pas la pleine lumière, il est cependant assez heureux pour jalonner, dans cette demi-pénombre, une voie nouvelle que les travaux ultérieurs semblent jusqu'ici élargir sans en changer le tracé général. Le rôle important que jouent l'électricité de contact, la nature et la valeur des ions

électrolytiques dans les transformations des colloïdes, telles que leur coagulation, leur stabilisation, etc. sont désormais hors de doute.

Le second et le plus important des deux Chapitres a pour objet le mouvement brownien, dont le P. Carbonnelle avait pressenti, M. Gouy affirmé et établi, par un premier faisceau de preuves, la nature moléculaire et cinétique. L'étude qualitative du phénomène était plus qu'ébauchée. Il restait à tirer les riches conclusions que pouvait promettre une étude quantitative, si l'on parvenait à vaincre les difficultés extraordinaires qu'elle semblait devoir comporter. C'est le plus beau titre de M. Perrin d'y être parvenu. Il a dû déployer pour cela une ingéniosité et une persévérance peu communes.

M. Perrin réussit d'abord à obtenir des émulsions de gomme gutte et de mastic à grains parfaitement sphériques, de grosseur à peu près invariable. Il se trouve dès lors en mesure de soumettre la théorie cinétique à la plus remarquable série de contrôles nouveaux. Guidé par un instinct sûr, il a la hardiesse d'assimiler une émulsion de granules à une atmosphère pesante. Il trouve, en effet, que le nombre de granules rapporté à l'unité de volume suit exactement la loi de Laplace relative à une atmosphère isotherme; c'est-à-dire que, lorsque les hauteurs au-dessus du fond du vase croissent en progression arithmétique, le nombre de granules en suspension, ce qu'on pourrait nommer la *densité granulaire*, décroît en progression géométrique. On peut dire que, quand l'équilibre est établi au sein de l'émulsion, la pression osmotique tendant à rétablir l'homogénéité de distribution des granules compense exactement l'action de la pesanteur qui tend à la détruire en amenant tous les granules au fond. La pression osmotique agit dans l'émulsion comme la pression hydrostatique dans l'atmosphère.

Se fondant dès lors sur la notion d'équipartition de la force vive entre les molécules d'espèce diverse, imposée par la théorie cinétique, M. Perrin compare les granules de ses émulsions à d'énormes molécules dont la force vive moyenne de translation ne doit pas différer de celle d'une molécule d'hydrogène ou d'azote à la même température. Cela admis, il suffira de mesurer les hauteurs dont il faut s'élever dans l'émulsion et dans une atmosphère gazeuse donnée pour observer une égale raréfaction. On en déduira directement le rapport de la masse inconnue d'une molécule de ce gaz à la masse connue d'un granule; et puisqu'on dénombre directement ceux-ci, on évalue par là même le nombre de celles-là. On saura donc combien de molécules d'hydrogène par exemple contient la molé-

cule-gramme de ce gaz. M. Perrin évalue ce nombre (nombre d'Avogadro) à $68,5.10^{22}$.

Quelque remarquable que soit un pareil résultat, il n'acquiert une valeur scientifique réelle que si les hypothèses admises sont éprouvées par la critique la plus sévère. Il faut donc varier le plus possible les méthodes de recherche, s'adresser aux phénomènes en apparence les plus divers pour en déduire, grâce à des expériences nouvelles, des valeurs indépendantes du nombre d'Avogadro, qu'on comparera ensuite.

Or l'application aux gaz monoatomiques de la formule de Van der Waals relative à leur compressibilité et l'étude de leur viscosité fournissent déjà, sur les bases de la théorie cinétique, une évaluation du nombre d'Avogadro, évaluation relativement grossière, car le covolume de Van der Waals, donnée essentielle du problème, n'est déterminé par les mesures de compressibilité que d'une façon assez incertaine. Au contraire, la méthode de M. Perrin est susceptible d'une précision indéfinie : ce n'est qu'une question de patience; tout se réduit à une numération de grains et à un calcul statistique de moyenne dont l'exactitude croît proportionnellement à la racine carrée du nombre total d'observations. Au reste les nombres d'Avogadro fournis par les deux méthodes concordent au degré d'approximation dont chacune d'elles est susceptible.

D'ailleurs M. Perrin ne se déclare pas satisfait pour si peu. Il varie sa méthode des atmosphères en changeant dans les limites les plus étendues la température, la grosseur des grains, la viscosité du liquide employé pour l'émulsion. Il emprunte à M. Einstein des formules théoriques qui lui permettent de déduire le nombre d'Avogadro de la mesure de l'écart d'un granule observé à diverses époques, par rapport à sa position initiale; de la mesure de la rotation des granules sur eux-mêmes; de la vitesse de leur diffusion. La concordance subsiste toujours.

Une telle accumulation de travail matériel, dans un temps si court, ne peut être l'œuvre d'un seul homme. Comme au temps de sa thèse, M. Perrin a su s'entourer d'une élite de collaborateurs et d'élèves dont il dirige le travail. Malgré le manque de ressources d'un laboratoire pour ainsi dire improvisé, dans lequel il n'a même pas eu jusqu'à ce jour de préparateur en titre, les travaux se multiplient autour de lui. Des diplômes d'études, même des thèses de doctorat sont sorties récemment de son laboratoire. Tous les efforts convergent. Chaque nouveau Mémoire apporte un complément utile : les idées originales du jeune professeur en reçoivent des confirmations importantes.

M. Perrin a fait un bel exposé de cet ensemble de recherches dans un Livre de vulgarisation : *Les atomes*, que l'Académie a récompensé par l'attribution du prix de Parville. Nous ne saurions mieux faire que de renvoyer à ce Livre pour divers développements relatifs au bleu du ciel, à l'ionisation des gaz, aux phénomènes radioactifs, etc., développements qui tous conduisent à des valeurs du nombre d'Avogadro invariablement concordantes, aux degrés d'approximation assez inégaux que comportent les données employées dans les calculs.

La situation scientifique acquise par M. Perrin, la haute considération dont il jouit, particulièrement à l'étranger, parmi tous les savants qui s'intéressent à la Physique, le recommandaient à notre choix. En dernier lieu, il est allé, dans une série de Conférences, représenter à l'Université Harvard la Science française et l'Université de Paris dont il était le délégué officiel.

En vous proposant de décerner à M. **Perrin** la plus haute récompense dont elle dispose, la Commission des prix de Physique a voulu consacrer la réputation justement acquise par un savant encore jeune dont elle est en droit d'espérer beaucoup encore dans l'avenir.

L'Académie adopte la conclusion de ce Rapport.

PRIX VICTOR RAULIN.

(Commissaires : MM. Lippmann, Violle, Amagat, Bouty, Villard, Branly, Boussinesq, Émile Picard; Carpentier, rapporteur.)

Le prix est attribué à M[me] **Marchand**, veuve du météorologiste qui a rendu à la Science de précieux services comme Directeur de l'Observatoire du Pic du Midi.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Gautier, Lemoine, Haller, Le Chatelier, Moureu, Schlœsing, Carnot, Maquenne; E. Jungfleisch, rapporteur.)

L'Académie a déjà manifesté l'intérêt qu'elle porte aux travaux scientifiques de M. **Marcel Delépine** en attribuant à ce savant, en 1900, le prix Wilde et, en 1907, une partie importante du prix Jecker. Par ces récompenses, l'Académie a entendu mettre en évidence tout un ensemble de recherches effectuées sur les aldéhydes et certains de leurs dérivés : combinaisons azotées, telles que les hydramides ou les amines formés par ces composés; combinaisons alcooliques ou acétals, dont la nature réversible a été établie; combinaisons avec l'acide sulfurique fumant, parmi lesquelles on doit citer le sulfate de méthylène donné par l'aldéhyde formique; etc. Ce dernier aldéhyde a été d'ailleurs l'objet de la part de M. Delépine de travaux spéciaux très étendus. On doit rappeler, en outre, que les recherches sur les aldéhydes ont comporté une partie thermochimique très développée et fort intéressante, ne laissant pas oublier que M. Delépine a été maintes fois associé par Berthelot à ses travaux. Le Rapport de 1907 a cité, en outre, la découverte de l'éther diméthylique, de l'acide méthylimidodithiocarbonique, effectuée à l'occasion de la séparation des méthylamines; cette découverte conduisit à des recherches importantes sur les corps homologues, et sur les uréthanes, composés isomères. Tous ces corps furent produits très simplement par l'action des éthers halogénés sur les thiosulfocarbonates d'amines ou d'ammonium. Le même Rapport mentionnait enfin diverses recherches de Chimie inorganique.

Ces distinctions de l'Académie ont accru l'activité de M. Delépine. Il a apporté à ses premiers travaux des développements considérables et ajouté des résultats d'un intérêt général manifeste. En outre, ses publications sur une partie de la Chimie minérale, qui confine à la Chimie organique et porte à rapprocher de plus en plus étroitement ces deux parties de la Science, ont retenu l'attention de la Commission du prix Jecker.

M. Delépine a préparé avec l'hexaméthylène-tétramine deux dérivés chlorés à l'azote, correspondant terme pour terme aux dérivés nitrosés connus. Aux arguments qui lui avaient fait attribuer à l'aldéhydate d'ammoniaque la constitution d'un trihydrate de C-triméthylhexahydrotriazine symétrique, il a ajouté une preuve décisive en préparant le dérivé trinitrosé $(CH^3CH : N.NO)^3$. Accessoirement, il a démontré que l'hexaéthylidène-tétramine, obtenue par Kudernatsch en chauffant l'aldéhydate d'ammoniaque avec l'ammoniaque, n'est autre que la tricrotonylidène-tétramine préparée autrefois par Wurtz.

Avec l'acide sulfurique fumant et l'aldéhyde ordinaire, M Delépine avait obtenu l'aldéhyde disulfoné; en remplaçant l'acide fumant par l'acide ordinaire, il régularisa la réaction jusqu'alors envisagée comme ne donnant qu'un charbonnement, et fonda sur elle, en lui apportant des modifications appropriées, un procédé de préparation de l'aldéhyde crotonique, à partir du paraldéhyde; ce procédé permet d'atteindre un rendement de 40 pour 100. Il a observé, dans la même réaction, la production constante d'un dimère de l'aldéhyde crotonique, $C^8H^{12}O^2$, encore une fois aldéhyde, le second atome d'oxygène étant indifférent comme celui du furfurol. Ce dimère a été le point de départ de la découverte de nouvelles combinaisons, dont quelques-unes ont été étudiées par lui, les autres par M. Douris. A ce propos, avec la collaboration de M. Bonnet, M. Delépine a montré comment on peut oxyder commodément les aldéhydes par l'oxyde d'argent.

Les composés sulfurés dérivés du sulfure de carbone, dont il avait décrit des métamorphoses fort variées, lui ont encore fourni l'occasion de nouvelles observations. Il a fait connaître une préparation des sulfocarbimides, exigeant l'emploi de deux fois moins d'amine primaire que les méthodes antérieurement connues. Reprenant l'étude des thiosulfocarbamates métalliques, il a fait ressortir leur caractère de complexe interne parfait dans certains cas (Cu, Ni, Co, etc.).

Le groupe de corps précédents lui a permis de découvrir une propriété fort particulière, commune à nombre de composés sulfurés : celle de s'oxyder spontanément à l'air à la température ordinaire, avec émission de lumière. En étudiant systématiquement les corps qui présentent cette propriété, M. Delépine est arrivé à la conclusion suivante : Une condition nécessaire, mais non suffisante cependant, de la production de cette oxyluminescence, est que le soufre soit doublement lié au carbone, ou, suivant une interprétation plus vraisemblable, que le soufre et le carbone voisin

aient des valences libres; il y a même des composés où le soufre est doublement lié au phosphore, au lieu de carbone, qui possèdent aussi l'oxyluminescence; il est indifférent que le soufre soit porté par l'un ou l'autre de ces métalloïdes.

L'ensemble des corps ou classes de corps qui ont été préparés pour ces recherches est considérable. Un grand nombre d'entre eux sont nouveaux, et certains ne possèdent pas l'oxyluminescence. En possession de ces matériaux, M. Delépine a consigné dans un Mémoire spécial d'autres remarques nombreuses et intéressantes, sur la volatilité, la densité, la coloration et la réfringence des composés organiques sulfurés.

A côté de ces publications d'ordre synthétique, signalons des travaux analytiques concernant la recherche du cuivre et du fer, en petites quantités, par l'emploi des thiosulfocarbamates; une méthode de séparation et de dosage de l'ammoniaque et de la pyridine; une étude de l'essence de criste-marine, essence dans laquelle a été démontrée notamment la présence de l'apiol d'aneth et du thymate de méthyle. Ce dernier principe n'avait encore été signalé dans aucune plante.

En dehors de ces découvertes effectuées dans le domaine de la Chimie organique pure, qui suffiraient à justifier la proposition de la Commission du prix Jecker, M. Delépine a publié des travaux importants de Chimie minérale; or nous avons déjà dit que certains de ces derniers se relient étroitement à la Chimie organique.

Il a d'abord repris son étude de l'iridium, métal dont la rareté impose des récupérations laborieuses; il a tracé à nouveau, à peu près complètement, l'histoire de ses chlorures et de ses chlorosels et redressé maintes données inexactes; il a fait connaître les aquopentachloro-iridites, $Ir(H^2O)Cl^5M^2$, et montré que l'eau de ces sels jouit de la propriété de se tautomériser en $OH-$ et $H+$, de sorte qu'il existe des hydroxopentachloroiridites trimétalliques, $Ir(OH)Cl^5M^3$. Une transformation identique s'observe chez le chlorure $IrCl^3$, nAq; elle avait été invoquée déjà par M. Delépine pour expliquer le passage des iridodisulfates verts aux iridodisulfates bruns plus riches en métal alcalin.

L'action de la pyridine sur les iridodisulfates et les chlorosels de l'iridium a conduit aux pyridino-iridodisulfates, aux pyridinapentachloro-iridites et iridates. Avec ces complexes, moitié minéraux, moitié organiques, nous pénétrons dans un domaine plus voisin de la Chimie organique que de la Chimie inorganique; cela ressort clairement de l'examen des propriétés des corps étudiés. En s'attachant avec succès à de telles questions,

M. Delépine a d'ailleurs contribué à développer et à propager les théories nouvelles relatives aux complexes, qui font de certaines parties de la Chimie minérale un prolongement de la Chimie organique.

Disons en terminant que M. Delépine a collaboré au Dictionnaire de Chimie de Wurtz et à d'autres publications; notre Confrère, M. Armand Gautier se l'est adjoint pour la troisième édition de son Traité de Chimie organique.

Les travaux qui viennent d'être rappelés ont donc touché à la Chimie organique, à la Chimie minérale et, par de nombreuses recherches thermochimiques ou physiques, à la Chimie générale. Ils ont contribué à donner aux théories de la Chimie organique un rôle important dans le développement de la Chimie minérale. La Commission, prenant en considération le grand intérêt qui s'y attache, propose à l'Académie d'attribuer à M. **Marcel Delépine** le prix Jecker pour 1914.

L'Académie adopte la conclusion de ce Rapport.

PRIX CAHOURS.

(Commissaires : MM. Gautier, Lemoine, Haller, Le Chatelier, Moureu, Schlœsing, Carnot, Maquenne; Jungfleisch, rapporteur.)

Le prix, d'une valeur de *trois mille francs*, est partagé également entre MM. **André Meyer** et **Vavon**.

PRIX MONTYON (Arts insalubres).

(Commissaires : MM. Gautier, Lemoine, Haller, Le Chatelier, Jungfleisch, Moureu, Schlœsing, Carnot, Maquenne.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX LA CAZE.

(Commissaires : MM. A. Gautier, Lemoine, Haller, Le Chatelier, Jungfleisch, Schlœsing, Carnot, Maquenne; Moureu, rapporteur.)

Ancien élève de l'École de Physique et de Chimie de la Ville de Paris, M. **Debierne** est aujourd'hui professeur dans cet Établissement.

Il débuta dans la recherche scientifique par quelques intéressants travaux de Chimie organique (série du camphre, acétylacétonates métalliques), exécutés au laboratoire de Charles Friedel, dont il a été le dernier préparateur. Mais ce sont surtout ses importantes études sur les corps radioactifs qui, depuis quelque douze ans déjà, ont attiré sur son nom l'attention du monde savant.

1. Peu après la découverte du polonium et du radium, après les premières observations qui les avaient conduits à admettre l'existence de nouveaux éléments chimiques doués de propriétés radioactives très intenses, Pierre Curie et Mme Curie eurent bientôt la certitude que ces substances hypothétiques ne pourraient être isolées qu'à la condition d'utiliser de grandes quantités de matières premières. Ils demandèrent à M. Debierne de s'occuper du traitement industriel des résidus de pechblende en vue de l'extraction des substances radioactives.

La marche des opérations, telle que l'établit M. Debierne, est particulièrement simple; par une application judicieuse de certaines réactions d'équilibre, elle permet de mettre en solution les matières actives contenues dans le résidu complexe initial, et de les déposer ensuite à un état de concentration relativement avancé. On put obtenir ainsi de grandes quantités de sels radifères et aboutir finalement, par des cristallisations fractionnées, à des sels de radium purs et, par conséquent, à la démonstration de l'individualité chimique de ce nouvel élément.

Le procédé d'extraction ne fut d'ailleurs pas gardé secret; les réactions utilisées sont encore en usage dans les fabriques de radium. M. Debierne prit ainsi une grande part au développement de l'industrie du radium, dont l'importance grandit de jour en jour. Il n'a cessé de s'occuper du procédé d'extraction de diverses substances radioactives, et il dirige encore aujourd'hui les traitements industriels effectués par le laboratoire de Radioactivité de la Faculté des Sciences.

2. Tout en s'occupant de l'extraction du radium, M. Debierne étudia les différents produits séparés de la pechblende. Il découvrit bientôt une nouvelle substance active, qu'il désigna sous le nom d'*actinium*, et dont il étudia les différentes particularités au double point de vue chimique et radioactif.

Tout l'intérêt de cette découverte est apparu par la suite. L'actinium, comme le radium, est une substance très fortement radioactive. Il appar-

tient, par ses caractères chimiques, à la famille de *terres rares*, et sa séparation, en raison de la minime proportion contenue dans les minerais, est extrêmement difficultueuse. On ne connaît pas encore d'une manière certaine son origine; on considère seulement comme fort probable qu'il dérive de la famille uranium-radium. Il occupe une place importante parmi les substances radioactives, attendu qu'il constitue, avec ses produits de transformation, l'une des trois familles d'éléments radioactifs actuellement connues. Cette famille a été étudiée d'une manière complète tant par M. Debierne que par divers savants étrangers; elle présente de nombreuses particularités intéressantes. Bornons-nous à rappeler que son émanation, qui est très différente de celle du radium, a une vie moyenne excessivement courte (environ 5 secondes), et qu'elle permet, par la facilité avec laquelle on peut la dégager des préparations solides d'actinium, de réaliser des expériences très brillantes.

3. En dehors de ses recherches sur l'actinium, M. Debierne s'est occupé de toutes les questions d'ordre chimique ou physique ayant quelque importance en Radioactivité, et les résultats obtenus par lui sont nombreux et parfois d'un haut intérêt.

Il collabora avec Pierre Curie dans diverses recherches sur la Radioactivité induite. Il reprit plus tard l'étude du phénomène, détermina le mécanisme du dépôt de l'activité sur les surfaces solides et en fit la théorie complète.

4. Une partie notable de ses recherches se rapporte à l'étude des gaz produits par les substances radioactives.

D'une manière générale, ces gaz proviennent surtout d'une décomposition chimique de l'eau provoquée par les substances actives. M. Debierne montra que la décomposition est due à l'action des rayons qu'elles émettent et indiqua les mécanismes possibles du phénomène.

A la suite de la découverte fondamentale, par Sir W. Ramsay et Frédéric Soddy, d'une production continue d'hélium par le radium, M. Debierne établit une technique perfectionnée pour la recherche de très petites quantités de gaz, afin de déterminer la nature des gaz produits par les autres substances actives. Cette technique, qui présente de nombreux avantages de sécurité et de précision sur celles qui étaient antérieurement utilisées, lui a permis d'abord de démontrer la formation de l'hélium par l'actinium et, plus tard, en collaboration avec Mme Curie, la formation du même gaz

par le polonium. Ces résultats ont montré, conformément aux théories alors proposées, que l'hélium est produit par un grand nombre de substances actives et est probablement un constituant fondamental de tous les atomes.

5. M. Debierne, ayant établi une méthode particulière de préparation de l'émanation du radium à l'état concentré d'abord, puis complètement pure, mesura son volume avec exactitude, observa son spectre ainsi que diverses propriétés, et contribua ainsi, en même temps que Sir Ramsay et Sir Rutherford, à établir l'individualité chimique de ce gaz radioactif. Les mesures de volume confirmèrent celles de Sir Rutherford, plus conformes à la théorie.

Dans ces expériences, l'émanation pure fut isolée sous forme de petites bulles gazeuses d'un volume total, sous la pression atmosphérique, inférieur à $\frac{1}{10}$ de millimètre cube, qu'on enfermait entre deux colonnes de mercure dans un tube capillaire. A l'aide de ces bulles d'émanation, un grand nombre d'expériences furent réalisées. On compara la chaleur dégagée à celle d'une quantité correspondante de radium. Des essais furent faits pour tenter de modifier la loi de destruction spontanée de l'émanation. Cette loi n'est nullement altérée par le fait que l'émanation se trouve à l'état concentré et subit ainsi l'action d'un rayonnement intense; elle n'est pas davantage modifiée par l'action de décharges électriques ou d'un champ magnétique élevé. Ces études mirent en évidence, d'une manière particulièrement nette, le caractère essentiellement spontané des transformations radioactives.

Le poids atomique de l'émanation du radium doit, d'après les théories admises, différer de celui du radium (226,4) de seulement 4 unités, qui représentent le poids atomique de l'hélium. Les essais de détermination, faits par diverses méthodes, avaient conduit à des résultats très différents sur le poids atomique, qu'il était si important de connaître avec exactitude. M. Debierne établit une nouvelle méthode de mesure de la densité gazeuse utilisant l'écoulement, à travers un trou en paroi mince, du gaz à une pression de l'ordre de $\frac{1}{100}$ de millimètre de mercure. Dans ces conditions, la loi d'écoulement d'un gaz n'est nullement altérée par la présence d'un gaz étranger. Les résultats obtenus avec l'émanation, très concordants, furent trouvés voisins du nombre théorique (222,4).

6. Au cours de ces dernières années, M. Debierne a exécuté, en commun

avec Mme Curie, diverses recherches également importantes. Ce fut d'abord la préparation du radium métallique, opération qui, étant donnée la très faible quantité de sel pur dont on disposait, présentait d'énormes difficultés. Les principales propriétés du métal, qui est encore plus altérable que le baryum et se combine immédiatement à l'azote et à l'oxygène, furent déterminées. Sa radioactivité, à l'état d'élément isolé, se montra la même que celle qu'il manifeste sous forme de combinaison, fait capital qui maintes fois avait été mis en doute.

Un autre travail, encore en cours, eut pour objet la préparation du polonium à l'état concentré et la réalisation de diverses expériences. L'obtention du polonium suffisamment concentré nécessita le traitement de 5 tonnes de matières; car la proportion du polonium contenu dans un minerai est environ 5000 fois plus petite que celle du radium, de telle sorte qu'un minerai riche contient seulement $\frac{2}{100}$ de milligramme de polonium par tonne. L'examen du spectre de la préparation concentrée fit découvrir une nouvelle raie relativement forte caractérisant le polonium, et disparaissant dans la suite en même temps que celui-ci. L'individualité chimique du polonium fut ainsi confirmée. La formation d'hélium par le polonium fut en outre démontrée, et le volume produit dans un temps donné fut exactement mesuré. En même temps, le nombre des particules α émises par la même préparation fut compté avec exactitude par enregistrement photographique de chaque émission. La particule α étant constituée par un atome d'hélium, la constante d'Avogadro fut ainsi déterminée par une méthode directe absolument exempte d'incertitude. Enfin, des indices très sérieux de la transformation du polonium en plomb semblent avoir été observés.

7. A côté de ces recherches expérimentales, M. Debierne a abordé en outre divers travaux d'ordre purement théorique.

Examinant, notamment, la question si troublante de la cause initiale des transformations radioactives, qui se font, comme on sait, d'une manière paraissant absolument spontanée, il a montré que la loi fondamentale qui régit ces phénomènes, quoique ayant également la forme d'une loi statistique, ne peut être expliquée aussi facilement que la loi d'action de masse qui résulte de l'agitation thermique. Il a envisagé les différentes hypothèses possibles, et, après une discussion approfondie, il est arrivé à cette conclusion que la plus plausible est qu'il existe, à l'intérieur des atomes, un monde extrêmement compliqué, qui est le siège d'un mouvement désordonné, comme celui des molécules d'un gaz à l'intérieur d'un récipient

fermé. Cette conclusion fut adoptée par Henri Poincaré. D'une haute portée philosophique, elle interviendra probablement d'une manière fondamentale dans la théorie sur la constitution des atomes.

Nous nous sommes efforcés, dans le bref exposé qui précède, à mettre en relief toute l'originalité et tout l'intérêt des travaux de M. **Debierne**. Ils ont classé leur auteur parmi les meilleurs ouvriers de cette magnifique Science qu'est la Radioactivité. Aussi votre Commission a-t-elle été unanime à vous proposer de lui décerner le prix La Caze de Chimie pour l'année 1914.

L'Académie adopte la conclusion de ce Rapport.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX FONTANNES.

(Commissaires : MM. A. Lacroix, Barrois, Wallerant, Termier, De Launay, Perrier, Zeiller, Bouvier; Douvillé, rapporteur.)

M. **Jean Boussac** a publié un Mémoire très original ayant pour titre : *Essai sur l'évolution des Cérithidés dans le mésonummulitique du bassin de Paris.*

Mettant à contribution les matériaux exceptionnellement abondants que fournissent ces couches, il a recherché les relations phylétiques de ce groupe de fossiles en se basant sur « la plus grande ressemblance et sur la succession continue dans le temps ». L'ornementation des Cérites est assez compliquée pour que ses variations donne des éléments de comparaison très précis; elle représente en fait un réactif d'une grande sensibilité. Un examen minutieux de ces caractères a permis à M. Boussac de reconstituer les principaux rameaux phylétiques qui se développent dans la période étudiée, et il a été frappé de retrouver dans leur évolution une concordance frappante avec quelques-unes des lois établies par de Vries pour le règne végétal.

La mutation telle que l'a établie Waagen, consiste en une modification de l'ensemble des individus, remplaçant l'espèce souche à partir d'un moment donné; elle ne se rencontre que très exceptionnellement chez les Cérithidés. Le plus souvent, les mutations qu'on observe sont celles qui ont été définies par de Vries : elles donnent naissance à des véritables *espèces élémentaires* (de Vries), c'est-à-dire à des formes stables, fluctuant dans des limites distinctes et ne montrant pas avec le temps de changements lents et graduels; elles obéissent aux lois suivantes qui résument les conclusions de l'auteur :

Les nouvelles espèces élémentaires apparaissent subitement, sans intermédiaires.

Elles apparaissent à côté de la forme souche et se développent avec elles.

Elles montrent immédiatement une constance absolue et sont représentées dès l'origine par un grand nombre d'individus. Il ne semble pas y avoir de relations entre les mutations (formation des espèces élémentaires) et les fluctuations (formation des variétés).

Les mutations se font dans toutes les directions, mais seulement à certaines époques comme l'a indiqué de Vries. Dans le cas présent, M. J. Boussac constate qu'il existe, pour la forme comme pour chacun des rameaux, des périodes de mutation relativement courtes séparées par des intervalles de stabilité et de stérilité beaucoup plus longs. *Ces périodes coïncident précisément avec les limites des étages.* Il semble donc que ce soit à des causes externes très générales qu'on doive le déclenchement, si l'on peut dire, de la mutabilité et l'apparition de caractères nouveaux jusque-là conservés à l'état latent dans les espèces.

On ne peut qu'être frappé de l'importance de ces conclusions; elles montrent avec quelle remarquable sagacité l'auteur a su tirer partie des matériaux qu'il a eu à sa disposition. La Commission propose à l'unanimité de lui décerner le prix Fontannes.

L'Académie adopte la conclusion de ce Rapport.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Mangin, Perrier, Müntz, Bouvier; Costantin, rapporteur.)

Deux candidats sont sur les rangs cette année pour obtenir le prix Desmazières : d'une part, M. **Bruchmann** et, d'autre part, MM. **de Istvanffi** et **Palinkas**. Par une coïncidence assez singulière, ces deux candidats ont déjà concouru ensemble, en 1900, pour la même récompense. M. Bruchmann avait alors présenté un important travail sur le prothalle et sur la germination des Lycopodes et c'est lui qui alors remporta le prix. M. de Istvanffi n'obtint qu'une mention pour une étude sur les Champignons comestibles et vénéneux de la Hongrie, Ouvrage qui était un commentaire du code de L'Escluse.

Le travail présenté par MM. de Istvanffi et Palinkas est intitulé : *Études sur le Mildiou de la Vigne* (¹). C'est un travail de 125 pages accompagné de 9 planches soigneusement exécutées, publié en hongrois, avec une édition en français dans le Tome IV de l'Institut royal ampélologique hongrois. Ce travail est édité sous les noms de M. de Istvanffi et de M. Palinkas. Déjà depuis dix ans, M. de Istvanffi s'occupe de cette maladie et il a publié soit seul, soit avec la collaboration de ses élèves, un certain nombre de Notes sur cette question (²).

(¹) *Études sur le Mildiou de la Vigne* (*Annales de l'Institut central ampélologique royal hongrois*, t. IV, 1913, 125 pages et 9 planches), par M. de Istvanffi (Gyula) et Palinkas (Gyula). En hongrois : *Tanulmányok a Plasmopara viticolá ról.*

(²) *Traitement du Mildiou. Instruction de traitement de l'Institut ampélologique royal hongrois*, I, 1905, 12 pages, 5 figures (en hongrois); 1906, 24 pages, 5 figures (en hongrois). — *Comment combattre le Mildiou*, 1909 (en hongrois). — *Sur les dégâts causés par le Mildiou*, Budapest, 1908, 21 pages (en hongrois). — *Sur la perpétuation du Mildiou de la Vigne* (*Comptes rendus*, t. 138, 1904, p. 643). — *Recherches sur les rapports entre le temps et le Mildiou en Hongrie*, par Istvanffi et Savoly (*Congrès international de viticulture*, Montpellier, 1911). — Etc.

M. de Istvanffi a pensé que, pour perfectionner le traitement de cette grande maladie de la vigne, il fallait, avant tout, mieux connaître la biologie du parasite. Il s'est convaincu qu'il restait beaucoup à chercher sur ce sujet. Il a d'abord mis en évidence le mode d'hivernage du *Plasmopora* dont le mycélium séjourne pendant le froid dans les pousses de la vigne. Il a étudié avec M. Savoly l'influence du temps et des conditions climatologiques. La recherche de l'incubation de la maladie à la suite d'inoculation l'a préoccupé dans ces derniers temps et c'est surtout l'objet de son dernier Mémoire. Déjà beaucoup d'études expérimentales avaient été entreprises sur cette question, notamment par Millardet, MM. Ravaz et Verge, Müller Thurgau, etc., mais c'est M. de Istvanffi qui a institué les expériences les plus variées d'infection artificielle en plein air. Il a employé pour cela des méthodes variées qui ont pu se contrôler mutuellement et établir nettement l'infection artificielle, même dans le cas d'invasion spontanée. En faisant ses inoculations suivant les figures géométriques déterminées, il arrivait à faire naître des taches d'huile sur lesquelles, par transport à l'étuve, on pouvait faire apparaître en conidiophores les dessins primitivement faits. Il n'y avait donc pas de doute sur la cause du mal dans ce cas.

Cette méthode précise lui a permis de déterminer avec certitude la durée de l'incubation. On voit qu'elle est de 10 à 12 jours en mai, 9 jours en juin, 5 jours en juillet et août.

L'infection artificielle des grappes a été également suivie sur des plantes coupées à divers états de développement, puis sur des grappes attachées au cep en plein air. Pour les grappes, l'incubation est variable : 9 à 11 jours au début de juin; 7 à 9 à la fin; 8 à 10 en juillet.

La question de la production des taches d'huile est étudiée avec détails. La pénétration du parasite se fait par les stomates et chaque tache d'huile est causée par autant de jeunes mycèles et, vue au microscope, cette tache présente au début l'aspect d'un échiquier à cause des mycèles isolés.

Un cas rare à signaler est celui observé par un temps chaud où la période d'incubation est tellement écourtée, par suite des pluies abondantes, qu'on n'observe plus les taches d'huile préalablement caractérisées avant l'apparition des conidiophores.

Comme les zoospores n'attaquent la Vigne qu'à travers les stomates, il était nécessaire d'étudier avec soin leur répartition; cette étude a été faite d'une manière méthodique en vue d'indications pour la Pathologie. C'est ainsi qu'on a pu infecter des feuilles d'un centimètre de diamètre.

L'étude histologique et anatomique des conidiophores a été entreprise avec beaucoup de précision. Par les temps froids ou secs, ces appareils sont très petits et portent très peu de conidies. En milieu humide et chaud, ils prennent un grand développement et un arbuscule peut produire jusqu'à 400 appareils reproducteurs. L'examen de la rapidité de germination, de la maturation, de la production des zoospores sont des questions intéressantes, et celles de la conservation ou de la perte du pouvoir germinatif ont une portée incontestable. Les conidies, notamment, dépérissent quand, après une pluie faible, il survient un temps très sec (30 à 40 pour 100 d'humidité), chaud et venteux.

Ces recherches conduisent M. de Istvanffi à l'exposé d'un traitement rationnel de la maladie. Le temps du sulfatage est arrivé quand les taches d'huile font leur apparition sur les feuilles. Le vigneron doit alors transporter quelques feuilles tachetées sous une cloche dans une assiette dans une pièce chaude. S'il voit apparaître les arbuscules du parasite, il doit sulfater sans retard parce que, s'il survient des pluies abondantes, les taches étant mûres, les conidiophores apparaîtront à coup sûr le jour suivant et causeront de nouvelles infections. En sulfatant les taches d'huile récentes, on protège la Vigne contre l'éruption de la maladie.

La question de la réceptivité des vignobles est liée à l'état de la plante et est en rapport direct avec la teneur en eau. Toute cause qui abaisse la teneur en humidité diminue la réceptivité. Si un abaissement de température amène des brouillards, un ciel couvert, la transpiration de la Vigne diminue et la teneur en eau devient plus grande et l'on constate que la réceptivité au mildiou s'accroît.

En somme, on voit que le travail de M. de Istvanffi et de ses collaborateurs renferme des renseignements intéressants et il paraît juste de le récompenser.

Les Notes et Mémoires présentés par M. Bruchmann cette année sont au nombre de sept, ils ont été publiés de 1897 à 1913 et forment un complément important à ses premières recherches sur les Lycopodes, ils se rapportent exclusivement à l'étude des Sélaginelles ([1]), complétant ainsi la

([1]) *Untersuchungen über* Selaginella spinulosa *A. Br.*, Gotha, 1897. — *Von den Wurzelträgern der* Selaginella Kraussiana *A. Br.* (*Flora*, Bd. 95, 1905). — *Von dem Prothallium der grossen Spore und der Keimes entwickelung einiger* Selaginella *Arten* (*Flora*, Bd. 99, 1908). — *Von den Vegetations organen der* Selaginella

grande enquête entreprise par l'auteur sur le groupe des Lycopodinées. C'est une série de monographies soigneusement faites de types variés appartenant à un seul genre : *Selaginella spinulosa*, *Kraussiana*, *Poulteri*, *Martensii*, *Lyallii*, *denticulata*, *rubricaulis*, *Galeottei*, etc. Une étude approfondie sur un tel sujet présente un véritable intérêt, car la classe à laquelle appartiennent ces plantes a eu un rôle prépondérant dans l'évolution des plantes supérieures.

Le prothalle des Lycopodes étudié dans le premier Mémoire de M. Bruchmann, récompensé en 1900, révèle une invasion précoce des Champignons et une tuberculisation comparable à celle qui se produit dans la germination des Orchidées.

Chez les Sélaginelles, l'ensemble des recherches soumises à nouveau à l'examen de l'Académie montre que la vie symbiotique y joue un rôle beaucoup plus subordonné. La germination des spores n'exige pas l'intervention de Champignon, comme c'est évidemment le cas dans les Lycopodes, où une étude expérimentale mériterait d'être entreprise.

M. Bruchmann insiste sur la présence des endophytes dans plusieurs espèces, notamment dans le *Selaginella spinulosa* et dans le *Selaginella Preissiana*, mais c'est tardivement que leur apparition se manifeste et, pas plus dans le développement des macrospores que dans celui des œufs, après la fécondation, ils ne doivent intervenir pour en provoquer la mise en branle de la division cellulaire.

C'est par l'étude fine d'Anatomie embryologique que les Mémoires de M. Bruchmann sont intéressants. Les phases de croissance des spores révèlent, suivant les espèces, des différences assez notables : dans certains types, le prothalle se divise en deux parties par l'existence d'un diaphragme (*S. Poulteri*, *Kraussiana*), ailleurs ce diaphragme fait défaut (*S. Martensii*); les rhizoïdes du prothalle offrent également des variations notables et c'est surtout dans le *S. Galeottei* qu'ils prennent une importance prépondérante.

C'est surtout par l'évolution de l'œuf et la différenciation progressive de l'embryon que la caractérisation de plusieurs types s'accuse. M. Bruchmann est parvenu à en distinguer trois fondamentaux parmi les espèces soumises à son examen : 1° celui du *S. Martensii* où les premières divisions de l'œuf lui permettent de distinguer une partie qu'il nomme *hypobasale*

Lyallii *Spring* (*Flora*, Bd. 100, 1910). — *Ueber* Selaginella Preissiana *Spring* (*Flora*, Bd. 100, 1910). — *Zur Embryologie der Selaginellaceen* (*Flora*, Bd. 104, 1912). — *Zur Reduktion des Embryoträgers bei Selaginellen* (*Flora*, Bd. 105, 1913).

qui forme le suspenseur seul, tandis que la partie *épibasale* engendre successivement, l'hypocotyle, le pied, la racine, le bourgeon terminal; 2° celui du *S. denticulata* et *rubricaulis* où la partie hypobasale produit, en outre du suspenseur, le pied et la racine; 3° celui du *S. Galeottei* où la partie hypobasale forme le suspenseur, le pied, la racine et l'hypocotyle. L'édification de chacun de ces types se trouve donc orientée dans trois voies différentes par les premiers cloisonnements de l'embryon.

Tout récemment, en 1913, M. Bruchmann est revenu sur l'étude de deux espèces étudiées par lui antérieurement, en 1908, les *S. Kraussiana* et *Poulteri* et il a élucidé définitivement un point délicat relatif à l'importance du suspenseur dont les caractères avaient été mal interprétés jusque-là. Il a montré que la partie ventrale de l'archégone prend un grand développement, s'allonge en un tube qui traverse le diaphragme, et c'est seulement à sa base que s'observe l'œuf qui ne tarde pas à se diviser en deux cellules, et le suspenseur y est aussi réduit que possible; le développement se rattachant d'ailleurs au second des types décrits plus haut.

Il n'y a pas seulement dans les Mémoires soumis à l'examen de l'Académie une étude détaillée des caractères embryologiques, les particularités anatomiques et biologiques y sont soumises à une investigation très attentive. La structure du *S. Lyallii* est décrite avec beaucoup de précision; l'étude des organes qualifiés de porte-racine dans le *S. Kraussiana*, celle des rhizomes du *S. Preissiana*, cette espèce aberrante de l'ouest de l'Australie et de la Tasmanie, constituent également des Chapitres intéressants des recherches de M. Bruchmann.

L'ensemble de tous ces Mémoires mériterait certainement un encouragement, malheureusement le prix Desmazières ne peut pas être divisé. Aussi la Commission propose-t-elle à l'Académie d'accorder le prix Desmazières à MM. de Istvanffi et Palinkas et une mention à M. Bruchmann.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX MONTAGNE.

(Commissaires : MM. Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Costantin, Perrier, Müntz, Bouvier; Maugin, rapporteur.)

Le prix est partagé :

Un prix de *mille francs* est décerné à M. Sauvageau pour sa Monographie des *Cystoseira*;

Un prix de *cinq cents francs* est décerné à M. **Coppey** pour ses travaux bryologiques.

Rapport de M. **Mangin** *sur les travaux de* MM. Sauvageau *et* Coppey.

Le Mémoire présenté par M. **Sauvageau** sous le titre : *A propos des* Cystoseira *de Banyuls et de Guethary*, est une monographie très complète d'un genre dont la détermination était devenue impossible par suite de l'insuffisance des matériaux conservés en herbier.

Les *Cystoseira* présentent une taille assez grande et, pour les conserver, il faut en récolter des fragments. M. Sauvageau montre que l'ignorance des auteurs d'exsiccata sur le mode de végétation de ces algues ne leur a pas permis de choisir les parties caractéristiques de chaque espèce, de sorte que les documents conservés dans certaines collections sont notoirement insuffisants pour permettre de préciser ou de rectifier les déterminations.

C'est l'appareil végétatif qui fournit par ses variations les caractères distinctifs des espèces.

Rarement constitués par une tige rampante, les *Cystoseira* présentent le plus souvent soit une seule tige dressée, fixée par un disque arrondi, soit plusieurs tiges dressées, insérées sur une souche cespiteuse. Le développement des rameaux primaires a lieu de deux manières : tantôt il est continu et le diamètre des rameaux diminue graduellement de la base au sommet. A la période de repos, le rameau se désarticule soit au ras de la tige, soit à une certaine distance en laissant une base capable ou non de prolifération.

Tantôt le développement du rameau est discontinu : il produit d'abord une base courte et renflée, lisse ou épineuse appelé *tophule*, sorte de tubercule de réserves qui, après une période de repos plus ou moins longue, bourgeonne à son sommet et développe le rameau proprement dit. Celui-ci, toujours caduc, est remplacé dans les années suivantes par des bourgeonnements successifs développés à la même place.

Ces deux modes de formation des rameaux sont séparés sur des espèces spéciales ou parfois réunis sur la même espèce (*C. granulata*, *C. platyclada*).

L'apparition de feuilles chez un certain nombre d'espèces complète l'appareil végétatif.

La physionomie des espèces change profondément pendant la période de repos ou de stérilité à la suite de la chute des rameaux; à ce moment, les formes deviennent méconnaissables, tandis que *C. Montagnei*, *C. opun-*

tioides, *C. spinosa* sont réduits à une tige couverte de tophules, le *C. mediterranea* est couvert de rameaux courts, le *C. discors* est revêtu de rameaux secondaires filiformes, contournés, très divariqués, etc.

Les *Cystoseira* présentent un phénomène d'iridescence depuis longtemps connu, mais dont le mécanisme est encore problématique. La plupart des auteurs, sans en connaître la nature, s'accordaient à voir dans ce phénomène un moyen de protection pour la plante. Il permettrait à celle-ci d'éliminer les radiations dommageables aux cellules. M. Sauvageau critique cette hypothèse et, par des observations multipliées sur les espèces à diverses profondeurs, il conclut qu'elle est insoutenable.

La présence des aérocystes ou vésicules aquifères avait paru, d'après les idées d'Agardh, une caractéristique des individus croissant à une certaine profondeur; par leur présence ils contribueraient à amener les rameaux à la surface et ainsi à faciliter la déhiscence des cellules reproductrices.

Il faut renoncer aussi à cette idée puisque, parmi les nombreux individus de *C. ericoides* qui croissent côte à côte, les uns sont pourvus d'aérocystes, les autres n'en possèdent pas.

Les conceptacles jouent un rôle secondaire dans la spécification, néanmoins leur examen a fourni à l'auteur d'intéressantes données. Typiquement hermaphrodites avec les oogones au fond des cryptes fructifères et les anthéridies disposées en couronne autour des oogones, les conceptacles peuvent devenir unisexués et certaines espèces présentent des individus femelles non par avortement des anthéridies, mais par substitution des oogones à ces derniers organes. Il n'existe aucun caractère extérieur différentiel pour les conceptacles hermaphrodites, mâles ou femelles.

On sait que sur les huit oosphères nées dans un oogone, une seule est normalement fécondée. Ce fait est dû à l'expulsion de sept noyaux stériles qui sont mis en liberté dans le liquide où baigne l'oosphère et dans l'espace laissé entre celle-ci et l'*endochiton*.

Ces noyaux ne dégénèrent pas dès leur sortie du cytoplasme, ils demeurent vivants pendant un certain temps et peuvent même être fécondés par un anthérozoïde sans que la fusion provoque de phénomènes particuliers. Cette observation est très importante; on n'avait pas encore signalé l'existence de noyaux vivants hors du cytoplasme.

Grâce à ces données morphologiques jusqu'alors inconnues, M. Sauvageau a pu reprendre à pied d'œuvre l'examen des formes de l'Océan et de la Méditerranée. Il a décrit aux diverses périodes de la végétation plus de 30 espèces dont le tiers sont nouvelles. Les diagnoses un peu longues sont précieuses parce qu'elles précisent l'étendue des variations de chaque

espèce; elles sont accompagnées d'un tableau dichotomique destiné à faciliter les recherches spécifiques.

L'abondance, la nouveauté et la précision des résultats font de cette monographie des *Cystoseira* un travail de la plus haute valeur.

M. **Coppey**, professeur au lycée de Nancy, s'était spécialisé dans l'étude des Muscinées. Pendant les rares loisirs d'une fonction absorbante, il avait herborisé aux environs de Nancy, dans les Vosges, la Haute-Saône et rapporté de ses excursions des matériaux dont l'étude, publiée dans divers Recueils, l'avait classé hors de pair parmi les bryologues maintenant de plus en plus rares. Élargissant le cercle de ses investigations, M. Coppey donnait les plus grandes espérances quand la mort l'a enlevé à la Science.

Pour rendre hommage à sa mémoire, sa veuve a soumis à votre appréciation les travaux déjà nombreux de son mari. Votre Commission a examiné l'œuvre de ce jeune savant; elle est très digne d'intérêt tant par les analyses précises que par les considérations nouvelles et imprévues sur la végétation bryologique de diverses régions.

Les Muscinées des environs de Nancy précédées de la revision critique des plantes cellulaires de la Meurthe, de Godron, n'ont pas seulement fourni le tableau le plus complet de la végétation bryologique des environs de cette ville, mais elles sont accompagnées de nombreuses données topographiques et éthologiques sur les diverses stations qui donnent à ce modeste travail une autorité particulière.

La contribution à l'étude des hépatiques de la Haute-Saône et les études phytogéographiques sur les mousses de la Haute-Saône constituent des modèles en leur genre.

Malgré le Catalogue publié en 1883 par Renauld, beaucoup d'espèces avaient été omises, une centaine environ, et la contribution publiée par M. Coppey ne comprend pas moins de 450 espèces dont l'énumération est accompagnée de notes critiques d'un grand intérêt.

Dans les contributions à l'étude des Muscinées de la Grèce, M. Coppey a examiné les nombreux matériaux recueillis par Maire et Petit-Mengin et il a pu formuler dans un exposé original les traits de la végétation bryologique d'une région entièrement méconnue. Contrairement à l'idée généralement répandue, la flore bryologique de la Grèce n'est pas entièrement méditerranéenne et l'auteur distingue deux zones : la province méditerranéenne et la province montagneuse septentrionale.

La première comprend toutes les îles, la Morée en grande partie, l'Attique, la Béotie, l'Acarnanie et offre l'étage méditerranéen inférieur

jusque vers 1200^{m} et l'étage méditerranéen supérieur à partir de 1200^{m}.

La province montagneuse septentrionale qui comprend la Thessalie, une partie de l'Étolie et de la Phocide, présente les caractères de la flore bryologique des basses montagnes de l'Europe moyenne. On y distingue l'étage inférieur jusqu'à 1000^{m} avec un caractère océanique; l'étage sylvatique entre 1000^{m} et 1800^{m} et l'étage subalpin au-dessus de 1800^{m}; ce dernier relativement pauvre est relié à l'étage sylvatique.

Dans toutes les régions explorées, le tapis de mousses, si caractéristique des forêts et des prairies de l'Europe centrale et septentrionale, n'existe pas par suite de l'absence complète des genres *Hylocomium* et *Thuidium* et d'un certain nombre de grandes espèces telles que *Camptothecium lutescens; Hypnum Schreberi*, *Homalia trichomanoides*, *Eurhynchium striatum* et *E. piliferum*, *Polytrichum formosum*.

La disparition de ce tapis de mousses est la conséquence de la sécheresse prolongée et uniforme du pays pendant une moitié de l'année. Si les espèces existantes sont celles du littoral méditerranéen occidental, beaucoup d'espèces sont annuelles à développement rapide; circonstance imposée par le climat sec de l'été.

Un très petit nombre d'espèces de la Grèce sont rares ailleurs : le *Porella Levieri* récolté en Italie; *Barbula papillosissima*, en Sardaigne; *Funaria Maireana*, à Alexandrie.

Une seule espèce est endémique pour le pays, c'est le *Mielichoferia Coppeyi*; elle offre un grand intérêt parce que, sauf deux autres espèces d'Europe répandues jusqu'en Scandinavie, la plupart des espèces de ce genre sont localisées dans l'Amérique du Sud.

L'espèce de Grèce représenterait alors le témoin attardé d'une végétation exotique plus ancienne, refoulée par l'apparition de la végétation boréale actuelle plus adéquate aux nouvelles conditions de climat.

Une dizaine de Notes, consacrées à des diagnoses d'espèces nouvelles, à l'examen des récoltes de diverses régions de la France, complètent l'œuvre de M. Coppey, où se révèle un sens critique très sûr allié à une observation sagace et minutieuse.

Votre Commission à l'unanimité vous propose d'attribuer un premier prix Montagne (1000^{fr}) à M. **Sauvageau** pour sa contribution à l'histoire des *Cystoseira* et un deuxième prix Montagne (500^{fr}) à l'œuvre bryologique de feu M. **Coppey**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX DE COINCY.

(Commissaires : MM. Guignard, Prillieux, Zeiller, Mangin, Costantin, Perrier, Müntz, Bouvier; Gaston Bonnier, rapporteur.)

Le genre *Cistus* présente des conditions favorables aux recherches qui ont trait à l'hybridité.

Édouard Bornet, notre illustre et regretté confrère, avait entrepris à la Villa Thuret, et continué pendant plus de dix ans, des expériences sur l'hybridation des Cistes. Le savant naturaliste a effectué 162 croisements binaires de première génération, dont 96 ont réussi; 59 de seconde génération, dont 43 ont réussi; 3 de troisième génération. Il avait croisé, en outre, 75 hybrides binaires avec un de leurs parents et obtenu 58 hybrides, dont 53 de première génération et 5 de deuxième génération; de plus, un hybride quaternaire, un quinaire et un senaire doivent être encore ajoutés à ceux qui viennent d'être énumérés.

Édouard Bornet a confié à M. **Gard** l'étude de ces matériaux si précieux, et a mis en outre à sa disposition ses notes et ses registres d'expériences.

M. Gard a publié trois Mémoires sur ce sujet. Dans le premier, il fait connaître en détail les expériences de Bornet; dans les Mémoires suivants, l'auteur donne un examen critique des résultats, étudie comparativement un grand nombre d'autres échantillons de Cistes hybrides et, ce qui est surtout le principal objet de son étude, donne les caractères anatomiques des espèces et des hybrides dans le genre *Cistus*.

Ces recherches portent sur l'anatomie de la graine, de la capsule, du pollen, de la feuille, de la tige et du système pileux.

L'auteur caractérise ainsi par l'anatomie, d'abord le genre *Cistus* tout entier, puis les espèces pour lesquelles il établit avec détail des diagnoses anatomiques; enfin les hybrides de diverses générations.

Après avoir énuméré l'ensemble des résultats obtenus, M. Gard entreprend une discussion générale des faits constatés. Il montre que, chez les Cistes, les hybrides homogènes sont beaucoup plus fréquents que les hybrides hétérogènes; il examine, aussi bien au point de vue morphologique externe qu'à celui de l'anatomie, les diverses modalités qui régissent la transmission des caractères, telles que la juxtaposition, la fusion, l'addition ou le renforcement; il compare l'hérédité unisexuelle et

l'hérédité bisexuelle. Ensuite, imitant les observations de M. Guignard sur l'étude cytologique des grains de pollen chez les hybrides, M. Gard distingue dans les Cistes hybrides ce qu'il nomme les grains de pollen vides, mauvais, pleins et bons; il en conclut que le pollen des hybrides est d'autant plus anormal que les ascendants sont plus éloignés. Enfin l'auteur passe en revue les caractères transmis par chaque espèce, l'influence paternelle et l'influence maternelle, ainsi que les particularités diverses que présentent les hybrides de la deuxième génération.

Dans un autre Mémoire et dans diverses Notes, M. Gard expose les résultats qu'il a obtenus dans ses études anatomiques des Vignes et de leurs hybrides artificiels. L'étude de 15 espèces de Vignes, de 46 hybrides artificiels et de 11 hybrides naturels, conduit l'auteur à un certain nombre de conclusions intéressantes, parmi lesquelles on peut citer les suivantes :

Les caractères spécifiques, tirés de l'anatomie, sont plus importants dans la feuille que dans la tige, et dans la tige que dans la racine; les hybrides inverses réciproques ne sont pas identiques au point de vue de leur structure; l'influence paternelle est prépondérante; en général, l'anatomie permet de déterminer qu'une Vigne est hybride, et même de spécifier ses composants; on a observé souvent que, lorsqu'on hybride une Vigne européenne avec une Vigne américaine, le produit obtenu résiste au Phylloxéra lorsque cette dernière Vigne joue le rôle de père : c'est ce qu'expliquent les observations de l'auteur sur la structure des racines de ces plantes.

Toutes ces recherches sont faites très consciencieusement, avec un soin méticuleux, accompagnées çà et là de figures très claires dessinées par l'auteur, et ces qualités diverses ont désigné M. Gard à la Commission, qui lui décerne le prix de Coincy pour 1914.

L'Académie adopte la conclusion de ce Rapport.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. Ranvier, Perrier, Delage, Henneguy, Marchal, Grandidier, Müntz, le Prince Bonaparte; Bouvier, rapporteur.)

Votre Commission vous propose de décerner ce prix à M. **J.-M.-R. Surcouf**, pour ses nombreux travaux sur les Tabanides africains et surtout pour son importante *Étude monographique des Tabanides d'Afrique* récemment publiée aux frais de l'Institut Pasteur. Ce haut patronage dispense votre rapporteur de dire tout le bien qu'il pense de l'œuvre de M. Surcouf; et comme l'heure n'est point aux longs discours, comme M. **Surcouf** a momentanément quitté ses études favorites pour conduire sa compagnie au feu, où il a été blessé, l'Académie voudra ratifier sans plus le jugement de sa Commission, et honorer de la sorte un homme dont les pensées comme les forces sont tout entières au service du Pays.

L'Académie adopte la conclusion de ce Rapport.

PRIX CUVIER.

(Commissaires : MM. Ranvier, Delage, Bouvier, Henneguy, Marchal, Grandidier, Müntz, le prince Bonaparte; Perrier, rapporteur.)

La Section de Zoologie propose d'accorder le prix Cuvier à M. **Bordas**, professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Rennes.

M. Bordas est un travailleur infatigable. Ses premiers travaux remontent à 1894. Il s'est fait connaître alors par une thèse de doctorat où une quantité incroyable de documents avaient été accumulés en deux années d'un labeur incessant, relativement aux appareils glandulaires des Insectes hyménoptères : glandes salivaires, glandes digestives, glandes venimeuses. C'est là un Mémoire de 360 pages, accompagné de onze planches et auquel il faudra toujours revenir quand on voudra avoir des notions exactes sur ces

appareils si nombreux et si variés en apparence et que M. Bordas a eu le mérite de rattacher à des plans simples, déterminés dont il a pu indiquer les modifications de détail. Depuis ce moment M. Bordas avec une patience admirable s'est appliqué sans relâche à scruter l'organisation des insectes et on lui doit des Mémoires d'anatomie de ces animaux qui lui ont valu d'être comparé au célèbre entomologiste Léon Dufour. Il a examiné les larves aussi bien que les adultes et a été ainsi conduit, relativement aux transformations que subissent les organes glandulaires, à des comparaisons des plus intéressantes, complétées par une étude des glandes nouvelles qui apparaissent chez l'adulte. C'est ainsi qu'il a pu comparer les glandes céphaliques et les glandes séricigènes si importantes des chenilles à l'appareil glandulaire de la même région chez les Lépidoptères adultes.

Les glandes venimeuses des Hyménoptères lui ont fourni l'occasion d'étendre et de confirmer la découverte par Léon Dufour de deux sortes de glandes en rapport avec l'aiguillon. M. Bordas a constaté que l'une de ces glandes était toujours acide, l'autre alcaline. Le venin des abeilles est donc formé de deux venins ayant chacun des propriétés spéciales. Dans d'autres recherches M. Bordas a fait connaître la nature des glandes odorantes défensives des blattes; on lui doit aussi une étude très complète des glandes génitales mâles, si variées dans le détail de leur forme, des Insectes coléoptères et des glandes secondaires qui accompagnent les testicules. De même il a fait une étude approfondie des variations que peuvent présenter les tubes urinaires ou tubes de Malpighi qui s'implantent à la limite de la région stomacale et de la région intestinale du tube digestif. Dans toute la morphologie de cet ensemble, inextricable en apparence, d'organes brusquement modifiables d'un type à l'autre et souvent chez des insectes voisins, il a mis de l'ordre et a fait apparaître l'unité là où l'on ne voyait que diversité.

Il s'est également appliqué à l'étude de l'estomac des Orthoptères qui présentent de nombreuses variétés de formes et a montré qu'il permettait de grouper les Orthoptères tout autrement qu'on ne le faisait jusqu'ici : les Mantes se rapprochent ainsi des Blattes; les Phasmes des Gryllides et des Locustides; tandis que les Criquets, qui semblent si voisins de ces derniers, forment un groupe à part.

M. Bordas ne s'est pas borné à ces études d'ordre purement anatomique qui ont exigé un effort considérable de patience et de travail, en raison du nombre des types étudiés sous leurs divers états. Il s'est également adonné à des études d'Entomologie agricole portant sur le développement des

Insectes nuisibles aux arbres fruitiers et sur les moyens de les détruire.

Enfin profitant d'un séjour qu'il a fait à la Faculté des Sciences de Marseille, il a fait d'intéressantes recherches sur le singulier appareil que l'on qualifie de *poumons* chez les Holothuries. Cet ensemble de recherches représente plusieurs volumes presque exclusivement consacrés à des recherches anatomiques originales et a semblé justifier l'attribution à M. **Bordas** d'un prix qui porte le nom du fondateur de l'Anatomie comparée.

L'Académie adopte la conclusion de ce Rapport.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Ranvier, Perrier, Delage, Bouvier, Henneguy, Grandidier, Müntz, le Prince Bonaparte; Marchal, rapporteur.)

M. le D[r] **J. Feytaud**, préparateur à la Faculté des Sciences de Bordeaux a fait porter ses recherches sur les Termites, qui, parmi les insectes sociaux, constituent le groupe le plus énigmatique au point de vue de la différenciation des castes et de la multiplication des colonies.

Dans les forêts de pins des landes de Gascogne, il avait à sa portée immédiate un abondant matériel concernant le Termite lucifuge. Aussi ne manqua-t-il pas de prendre pour sujet principal de ses observations cette espèce célèbre par ses ravages dans les villes du Sud-Ouest et qui, tant au point de vue de la biologie générale qu'à celui de l'intérêt économique, méritait au plus haut degré d'attirer l'attention.

L'un des points les plus discutés de la biologie de ces Insectes est celui de la fondation des colonies nouvelles; en particulier, pour le Termite lucifuge, les couples royaux ont été si rarement observés, que leur existence a été mise en doute par les uns, tandis que d'autres les ont considérés comme ayant une existence purement provisoire, préparant en quelque sorte la venue des sexués complémentaires et appelés à disparaître, dès que les ouvriers ont pu pourvoir à l'élevage de ces derniers.

M. Feytaud confirmant et complétant d'anciennes observations de Lespès a trouvé, au contraire, des individus royaux en plein état de reproduction dans d'anciens nids de Termite lucifuge. L'auteur nous montre d'ailleurs que, suivant les circonstances, des modalités fort diverses peuvent intervenir : si beaucoup de colonies ne possèdent pas de couple royal et suppléent à ce dernier, au moyen de plusieurs sexués de rempla-

cement, souvent aussi on se trouve en présence d'une singulière association mixte formée d'un roi substitutif avec une reine vraie ou d'un roi vrai avec des reines substitutives plus ou moins nombreuses.

M. Feytaud, tout en admettant avec Silvestri le rôle des conditions climatiques pour expliquer la très grande fréquence des femelles substitutives chez le Termite lucifuge, montre que le mode de nidification de cette espèce a pu exercer aussi une influence considérable à cet égard. Les colonies tendent, en effet, par une ramification excessive, de souche en souche, à se disperser dans la forêt, et l'éloignement des diverses parties de la colonie favorise ainsi l'installation, dans les endroits écartés, du nid des sexués substitutifs, ce qui conduit au morcellement par un véritable bouturage.

Mais les observations les plus intéressantes de l'auteur portent sur la fondation des colonies nouvelles par l'essaimage. Des milliers d'ailés, mâles et femelles, sortent simultanément au printemps des termitières, et l'immense majorité d'entre eux périssent détruits par leurs multiples ennemis. Ceux qui échappent au carnage peuvent remplir leur rôle de sexués, soit en étant adoptés par des colonies orphelines, soit en fondant des colonies nouvelles. M. Feytaud démontre que cette dernière éventualité, niée par beaucoup d'auteurs, constitue au contraire un fait normal qui donne à l'essaimage sa véritable signification. Continuateur des beaux travaux de M. Jean Pérez, qui avait le premier démontré la possibilité de la fondation des colonies par les ailés, il étend les conclusions de ce savant et nous permet de suivre pas à pas l'évolution de la termitière depuis sa formation.

En isolant des couples dans des conditions de milieu favorables, il a pu pendant 18 mois suivre les changements successifs des sexués, observer le développement de leur descendance et préciser un grand nombre des conditions de la fondation et de l'évolution des colonies nouvelles. Contrairement à ce qu'on avait admis jusqu'alors, l'accouplement et la ponte du Termite lucifuge peuvent avoir lieu dès le début de la fondation du nid et la ponte a pu être observée dès le quinzième jour après l'essaimage; les premiers nés deviennent toujours des ouvriers : capables de se nourrir seuls, à partir du troisième âge, ils collaborent d'abord avec les sexués qui les ont engendrés, puis bientôt assument toute la charge des travaux du nid, soignent seuls les œufs et les larves et nourrissent à leur tour leurs parents au moyen de leurs sécrétions salivaires, tandis que ces derniers se renferment exclusivement dans leurs fonctions sexuelles et deviennent le roi

et la reine effectifs de la colonie. Enfin une observation des plus intéressantes est celle qui concerne l'apparition, dès le huitième mois, des premières nymphes destinées à former des sexués de remplacement; car elle achève de faire la preuve de la parfaite vitalité des colonies fondées par les ailés et attestent que, une fois constituées, elles ont de grandes chances de persister et de s'accroître. Si les conditions lui sont favorables, un seul couple d'ailés pénétrant dans une maison suffira donc pour l'infecter et pour donner naissance en quelques années à des millions de ravageurs qui causeront sa ruine.

Les observations qui ont été faites par M. Feytaud sur les changements d'état que subissent les organes génitaux dans les différentes formes ne sont pas les moins curieuses : elles montrent notamment que c'est à un stade très précoce que ces organes sont frappés d'arrêt de développement chez les ouvriers et les soldats, et elles mettent en relief l'influence prépondérante du régime alimentaire sur l'état des organes reproducteurs des sexués. Pendant les premiers mois, où les sexués se suffisent à eux-mêmes en se nourrissant de débris de bois, leurs testicules ou leurs ovaires restent peu développés et leur fécondité est très limitée; plus tard, au contraire, lorsqu'ils sont nourris par les ouvriers avec les sécrétions de leurs glandes salivaires, ils développent rapidement leurs organes génitaux. Le remplacement d'une alimentation précaire par un régime nourricier nouveau et substantiel est donc la cause du rapide développement génital que prennent les sexués après une première période de fécondité réduite, et le retard du développement reproducteur qu'ils présentent pendant la première période n'est pas sous la dépendance d'un processus comparable à celui de la castration parasitaire comme on avait cru pouvoir l'admettre : si les Protozoaires parasites dont on constate la présence dans la poche intestinale pendant les premiers mois disparaissent au moment où les organes génitaux prennent un accroissement rapide, ce n'est pas que ces deux phénomènes sont liés par une relation de cause à effet, mais c'est qu'ils sont conditionnés par un même facteur, le régime alimentaire.

Si nous ajoutons à ce qui précède que le Mémoire de M. Feytaud renferme de précieuses données sur les modifications anatomiques subies par l'imago après l'essaimage, sur la dégénérescence des muscles du vol par autophagocytose musculaire, et sur le rôle des leucocytes dans la rénovation des tissus, nous aurons donné une idée de la variété et de l'intérêt des observations de l'auteur.

Considérant la haute portée que présente un tel ensemble de recherches,

tant au point de vue de la Biologie générale qu'à celui de la Science appliquée, la Commission propose M. **Feytaud** à vos suffrages pour le prix Thore.

L'Académie adopte la conclusion de ce Rapport.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Guyon, d'Arsonval, Charles Richet, Chauveau, Guignard, Roux, Henneguy; Bouchard, Laveran, Dastre, Labbé, rapporteurs.)

I. — Prix.

Trois prix, de *deux mille cinq cents francs* chacun, sont décernés à :

M. H. Bierry, pour ses *Travaux sur la fonction glycogénique;*
MM. Ch. Nicolle, L. Blaizot, E. Conseil (conjointement), pour leurs *Travaux sur l'étiologie et la prophylaxie de la fièvre récurrente;*
M. E. Pinoy, pour ses *Recherches sur les champignons pathogènes.*

Rapport de M. **Dastre** *sur les travaux de M.* H. Bierry.

M. **H. Bierry** est un physiologiste dont l'Académie a pu apprécier, depuis douze années, les heureux efforts : elle a déjà distingué et récompensé quelques-uns de ses travaux. Ceux qu'il a soumis au jugement de l'Académie, pour le concours du prix Montyon de Médecine et de Chirurgie, sont relatifs à la physiologie des capsules surrénales, au diabète adrénalique et, d'une façon générale, à la fonction glycogénique. Ils sont riches en faits nouveaux qui ont été mis en lumière par M. Bierry et ses collaborateurs et qui conduisent à des conclusions d'un intérêt général pour la physiologie normale et pathologique.

1. Dans le Mémoire *Thermogenèse et glycémie*, H. Bierry et L. Fandard

montrent que, chez les divers animaux, la température du corps (degré thermique des homéothermes) est en relation étroite avec la teneur en sucre du sang. Les oiseaux, qui ont une température élevée, (42°,2) ont dans le sang artériel une quantité de sucre libre de 1g,90 à 2g,40 par litre; les Mammifères, qui ont une température moindre, ont moins de sucre; le chien, avec 39°,2 de température, a 1g,25 de sucre libre; le cheval, avec 37°,7, a 0g,80 de sucre dans le litre de sang; les animaux à sang froid ont peu de sucre; les poissons de mer 0g,50; les poulpes 0g,30. Chez les hibernants, marmottes, dont le sang est chaud l'été et froid l'hiver, la teneur en sucre varie suivant la même règle. Le niveau glycémique suit le niveau thermique. Il y a un rapport de cause à effet entre le sucre qui se détruit et la chaleur qui se produit. Chez les Addisoniens, les cliniciens observent un abaissement de température correspondant à un abaissement du taux de sucre : il y a à la fois hypothermie et hypoglycémie. M. Bierry et ses collaborateurs ont constaté expérimentalement un résultat analogue chez des animaux décapsulés.

II. Les faits précédents conduisent donc à étudier les rapports des capsules surrénales avec la fonction glycogénique. En 1905, M. Bierry et Mme Gruzewska voient que l'*adrénaline* (sécrétion interne des capsules surrénales) employée chimiquement pure, outre sa propriété de contracter les vaisseaux, d'élever la pression sanguine et de dilater la pupille, fait encore apparaître le sucre dans l'urine, c'est-à-dire produit l'*hyperglycémie* et la *glycosurie*.

Par quel mécanisme l'adrénaline produit-elle cette action? C'est là une question fort intéressante. Est-ce par l'intermédiaire du système nerveux, comme dans le cas de la piqûre du quatrième ventricule, ou dans celui de la glycosurie asphyxique? Est-ce par une action directe sur les organes réactionnels s'exerçant à la façon de l'hormone pancréatique de Bayliss et Starling? L'examen de ces hypothèses a donné lieu à des expériences très instructives et conduit à des acquisitions nouvelles, dont la conclusion générale est que l'adrénaline, et par conséquent la capsule surrénale, fait partie des mécanismes régulateurs qui assurent la fixité du sucre dans le sang : c'est un des instruments de la fonction glycogénique.

III. Le sucre du sang se détruit *in vitro*. Comment? Beaucoup de suppositions avaient été hasardées à ce sujet. MM. Bierry et Portier ont montré que la glycolyse était réalisée par une transformation du sucre en acide lactique.

IV. Les recherches sur le *sucre protéidique* s'annoncent comme devant avoir une très grande importance au point de vue du métabolisme des êtres vivants.

Mais ce qui précède suffit à montrer l'intérêt et la valeur des travaux de M. **Bierry**, dont l'exécution est d'ailleurs au-dessus de toute critique, et à justifier la décision de la Commission qui lui a attribué un prix Montyon.

Rapport de M. A. Laveran *sur les travaux de MM.* Ch. Nicolle, L. Blaizot *et* E. Conseil.

Grâce aux patientes recherches de MM. **Ch. Nicolle**, **L. Blaizot** et **E. Conseil**, poursuivies en Tunisie, on connaît aujourd'hui exactement le rôle des poux dans la transmission de la fièvre récurrente. Les spirilles, agents de la maladie, sont absorbés par les poux avec le sang, ils dégénèrent rapidement chez l'insecte et semblent disparaître, mais ils reparaissent du huitième au vingtième jour après le repas infectant. Les spirilles de nouvelle génération sont capables de transmettre la fièvre récurrente; ils restent localisés à la cavité lacunaire, ce qui explique pourquoi la transmission ne peut pas se faire par piqûres; c'est par grattage de la peau avec les ongles souillés, après écrasement des poux, ou par frottement des conjonctives que l'homme s'inocule. L'infection chez le pou est parfois héréditaire, ce qui explique la persistance de certains foyers de fièvre récurrente dans la population indigène de l'Algérie, de la Tunisie et du Maroc.

La découverte du rôle des poux dans la propagation de la fièvre récurrente a permis d'instituer une prophylaxie rationnelle très simple et très efficace de cette redoutable maladie; les recherches de MM. **Nicolle**, **Blaizot** et **Conseil** ont donc un grand intérêt au point de vue pratique comme au point de vue théorique.

Rapport de M. A. Laveran *sur les recherches de M.* E. Pinoy.

M. **E. Pinoy**, qui a publié un grand nombre de travaux sur les champignons pathogènes, a étudié particulièrement les mycétomes, l'actinomycose, la sporotrichose et les teignes.

M. Pinoy a établi définitivement, par l'étude des cultures et l'inoculation expérimentale du champignon parasite, qu'il existe deux formes principales de mycétomes : d'une part, les mycétomes vrais, à champignons cloisonnés, renfermant le mycétome à grains noirs classique, dû à *Madurella mycetomi* (Laveran), dont *Madurella tozeuri* n'est qu'une variété, et le mycétome aspergillaire; d'autre part, les mycétomes où le parasite se pré-

sente sous l'aspect de filaments fins, non cloisonnés, sans vrais noyaux, qui doivent être rattachés au groupe des actinomycoses, et dont *Nocardia maduræ* (Vincent) est le type. L'étude des mycétomes aspergillaires a permis à M. Pinoy d'arriver à cette notion, très importante, que les champignons peuvent fructifier dans les tissus chez l'homme, fait qui a été vérifié dans la sporotrichose.

En collaboration avec M. Magrou, M. Pinoy a indiqué un procédé d'inoculation du pus sporotrichosique, dans le testicule du cobaye, qui est appelé à rendre de grands services au diagnostic, dans les cas de sporotrichose douteuse.

En collaboration avec M. Ravaut, M. Pinoy a décrit le premier cas d'actinobacillose chez l'homme.

Les travaux de M. Pinoy sur l'actinomycose lui ont permis de distinguer deux groupes de parasites : les *Cohnistreptothrix* et les *Nocardia;* l'étude du microbe de Cohn qu'on rencontre dans les concrétions lacrymales a confirmé le rapprochement de ces organismes avec les Bactéries.

En collaboration avec M. Ravaut, M. Pinoy a décrit une espèce nouvelle de *Cohnistreptothrix* qui est l'agent d'une forme clinique très spéciale d'actinomycose.

Les nombreux travaux originaux de M. **Pinoy** ont puissamment contribué aux progrès qui ont été réalisés, depuis quelques années, dans l'étude des champignons pathogènes.

II. — Mentions.

Trois mentions, de *quinze cents francs* chacune, sont accordées à :

M. **Ed. Delorme**, médecin inspecteur général, pour son Mémoire : *Sur le traitement chirurgical direct de la symphyse cardo-péricardique;*

M. **E. Maurel**, pour son *Traité de l'alimentation et de la nutrition à l'état normal et pathologique:*

M. **P. Chaussé**, pour l'*Ensemble de ses travaux sur la tuberculose.*

Rapport de M. Labbé *sur le Mémoire de M.* Ed. Delorme.

Le Dr **Delorme** décrit avec détails l'opération qu'il a imaginée pour détruire les adhérences cardo-péricardiques.

Il appuie sa démonstration sur de longues et très intéressantes recherches.

Le travail de M. Delorme ne se signale pas seulement par la description

de cette opération, il comporte en outre une étude complète et nouvelle de la symphyse cardiaque.

C'est une œuvre personnelle et de chirurgie d'avant-garde.

La Commission a jugé le travail de M. **Delorme** digne d'une mention de *quinze cents francs*.

Rapport de M. **Bouchard** *sur le Traité de M.* E. Maurel.

M. **Maurel** a écrit un Livre important en quatre Volumes, le *Traité de l'alimentation et de la nutrition à l'état normal et pathologique*. C'est un Ouvrage où se trouvent condensées les acquisitions de la physiologie moderne augmentées des recherches, des statistiques, des expériences très nombreuses dont on est redevable à M. Maurel et qui l'ont désigné depuis longtemps comme l'un des maîtres de cette partie si importante de la physiologie, de l'hygiène et de la thérapeutique. M. Maurel a été un des premiers à s'élever contre la suralimentation, contre l'abus des viandes.

Il a insisté sur l'influence des climats et sur les besoins qu'ils créent ou qu'ils suppriment, de même sur les vêtements et sur l'habitation. Il accorde moins d'importance au travail. Le sexe n'influencerait les besoins de l'organisme que pour ce qui lui est spécial dans la taille de l'individu et dans le poids.

Une notion d'une plus grande importance s'est révélée à lui vers 1903 : celle de la surface qui, pour même poids et même taille, n'est pas identique chez l'homme et chez la femme.

Même dans l'alimentation des malades il s'est tenu éloigné des exagérations et a fait comprendre qu'il ne faudrait pas confondre *suralimentation* et *surnutrition*.

La Commission accorde à M. **Maurel** une mention de *quinze cents francs*.

Rapport de M. **Dastre** *au sujet des travaux de* M. Chaussé *sur la contagion de la tuberculose*.

La Commission a accordé une mention spéciale à M. **P. Chaussé**, pour la série de ses recherches *Sur la contagion de la tuberculose*.

Les recherches de M. P. Chaussé sur *la contagion de la tuberculose par inhalation*, ont précisé nos connaissances sur ce mode de contagion. Elles nous ont renseignés : sur la possibilité de transmission par les poussières sèches (crachats desséchés) attachées aux vêtements; sur la faible durée de

cette contagiosité par rapport à celle produite par inoculation sous-cutanée et, d'une façon générale, sur la différence de virulence de l'inhalation et de l'inoculation, ainsi que sur les conditions de la vitalité des germes tuberculeux.

III. — CITATIONS.

Des citations sont accordées à :

M. **André Broca**, pour son Ouvrage sur la *Chirurgie infantile*;

M. **Robert Picqué**, pour son *Traité pratique d'Anatomie chirurgicale et de Médecine opératoire*;

M. **Roussy**, pour son Livre : *Cinq méthodes originales réalisées pour mesurer la surface de la peau du corps humain*;

M. **Aynaud**, pour différents Mémoires résumant les travaux qu'il poursuit depuis huit ans sur la question du *Troisième élément du sang*;

M. **Brunon**, pour ses *Travaux relatifs à la tuberculose*;

MM. **Gautrelet** et **Laubie**, pour leur Ouvrage : *L'arthritisme-diathèse à Vichy*;

M. **Couvelaire**, pour son *Introduction à la Chirurgie utérine obstétricale*.

L'Académie adopte les conclusions des travaux de la Commission.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Laveran, Charles Richet, Chauveau, Guignard, Labbé, Henneguy; Dastre et Roux, rapporteurs.)

Ce prix de *deux mille francs* est partagé par moitié entre :

M. **H. Carré**, pour ses Mémoires sur *L'Agalaxie contagieuse de la brebis et de la chèvre*;

M. **Albert Ranc**, pour ses *Études des actions physiologiques de la lumière*.

Rapport de M. **Roux** *sur les Mémoires de M.* H. Carré.

M. **H. Carré** a présenté au concours pour le prix Barbier plusieurs Mémoires *Sur l'agalaxie contagieuse de la brebis et de la chèvre*. L'auteur confirme d'abord la découverte de MM. Celli et de Blasi à savoir : que l'agalaxie contagieuse est due à un virus non encore reconnu au microscope

et assez petit pour passer à travers les bougies poreuses imperméables aux microbes ordinaires; puis il ajoute aux travaux de ses devanciers des données importantes sur la façon dont la maladie est entretenue et transmise. Le virus persiste pendant des mois dans la mamelle lésée et peut être porté par la main du trayeur d'une brebis malade à une brebis saine. Les larmes de l'œil atteint de la kératite spécifique contiennent le virus. L'ingestion du virus provoque la maladie, et, pour M. Carré, c'est surtout par les voies digestives que l'affection se propage. L'auteur, s'étant procuré de grandes quantités de virus agalaxique en provoquant un épanchement pleural abondant, a pu hyperimmuniser des brebis. Le sérum du sang de ces brebis jouit de propriétés préventives et le mélange de sérum et de virus en proportions convenables constitue un vaccin que M. Carré a utilisé avec succès. L'auteur a aussi démontré que l'affection connue sous le nom de *mal de Lure* n'est qu'une complication de l'agalaxie contagieuse produite par une bactérie spéciale, le « pyobacille » qui se porte sur les lésions agalaxiques primitives et amène leur suppuration. La prophylaxie du mal de Lure se confond donc avec celle de l'agalaxie.

L'agalaxie fait des ravages importants dans divers pays et dans plusieurs de nos départements; M. **Carré** a donc rendu un signalé service à l'agriculture en nous apprenant à l'éviter, c'est pourquoi la Commission propose de lui décerner la moitié du prix Barbier.

Rapport de M. **Dastre** *sur les études de M.* Albert Ranc.

M. **Albert Ranc**, chef des travaux de physiologie au Laboratoire des Hautes Études, à la Sorbonne, a présenté au concours du prix Barbier un ensemble d'études, publiées sous le titre de *Contribution à l'étude des actions physiologiques de la lumière*. L'auteur a eu surtout en vue les actions qui permettent d'interpréter quelques-uns des phénomènes de la vie des plantes, dont les principaux, comme on le sait, sont influencés par la lumière. Il a eu recours aux rayons émis par la lampe à mercure en quartz. Il a étudié l'action des rayons ultraviolets sur différents corps représentant la classe des hydrates de carbone : un alcool polyatomique, la glycérine; un monose, le lévulose; un polyose, le saccharose. La généralité de quelques-uns des résultats, par exemple la production de corps à fonctions acides dans toutes les expériences, offre une utilité pour l'interprétation des faits biologiques. Dans le métabolisme des êtres vivants, on connaît les termes extrêmes des transformations : la composition des aliments

introduits, les déchets invariables de leur combustion organique. Les travaux du genre de ceux de M. Ranc constituent une étude systématique des termes de passage.

Les rayons ultraviolets déterminent une oxydation de la glycérine. Le terme extrême de l'oxydation est, comme pour toutes les matières ternaires, la formation d'acide carbonique et d'eau. C'est ce qui a lieu dans l'organisme vivant. M. Ranc a trouvé, parmi les produits intermédiaires, un triose, un sucre en C^3, le *glycérose*, qui peut être considéré comme l'aldéhyde glycérique pure, ou comme la dioxyacétone pure, ou comme le mélange de ces deux composés. Or, la condensation de ce glycérose molécule à molécule produit un hexose, et ainsi entrevoit-on une formation de matière sucrée dans l'organisme en partant de la glycérine, celle-ci résultant, comme l'on sait, de la digestion des graisses. — L'irradiation de la glycérine par les rayons ultraviolets a encore fourni à M. Ranc de l'aldéhyde formique. — L'irradiation ultraviolette du lévulose, à des températures variant entre 20° et 70°, a fourni aussi de l'aldéhyde formique. M. Ranc insiste sur le fait que la priorité de ce résultat lui appartient. Il a, en effet, une certaine importance biologique. Il sert à expliquer la formation, par processus inverse, des hydrates de carbone (amidon) dans les plantes vertes. L'union des éléments de l'acide carbonique et de l'eau, suivant la théorie de Bæyer, fournit l'aldéhyde formique; cette synthèse a été réalisée par Fenton et surtout par Bach en 1893, par Neuberg en 1908 et plus récemment par D. Berthelot et Gaudechon (juin 1910), dans des conditions plus éloignées des véritables conditions de la nature.

M. **Ranc** montre encore que la dégradation du lévulose sous l'action des rayons ultraviolets peut donner de l'oxyde de carbone et de l'acide carbonique, et encore de l'alcool méthylique, des acides et des corps à fonction aldéhydique. L'irradiation du saccharose donne des résultats analogues : formation d'oxyde de carbone, d'aldéhyde formique, de composés acides et aldéhydiques.

Il faut enfin signaler, entre autres faits intéressants, l'interversion du saccharose en glucose et lévulose.

Les difficultés de ce travail, son excellente exécution et, enfin, l'importance des résultats justifient la décision de la Commission qui a attribué la moitié du prix Barbier à l'auteur.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Dastre, Charles Richet, Chauveau, Guignard, Roux, Labbé, Henneguy; Laveran et Landouzy, rapporteurs.)

Le prix est partagé :

Un prix de *trois mille francs* est décerné à M. **H. Vincent**, pour ses *Travaux sur le bacille typhique et sur la fièvre typhoïde;*

Un prix de *deux mille francs* est décerné à M. **O. Arnaud**, pour son *Travail sur le choléra dans l'armée hellénique pendant la guerre des Balkans.*

Rapport de M. **L. Landouzy** *sur les travaux du professeur* H. Vincent, *du Val-de-Grâce, médecin principal de* 1re *classe.*

M. **H. Vincent** a envoyé, à l'appui de sa candidature au prix Bréant, un ensemble de 40 Mémoires sur l'étiologie, la pathogénie, la symptomatologie, le diagnostic et l'épidémiologie de la fièvre typhoïde.

Ses travaux comprennent :

1° Une série d'études expérimentales sur l'*infection éberthienne* chez les animaux; ses conditions favorisantes; l'action de la toxine typhoïdique sur le cerveau et les nerfs périphériques; son immunité conférée par l'injection de cultures vivantes ou de toxines.

2° Une série de Mémoires sur l'association de l'*infection typhoïdique :*

Avec le streptocoque (infection strepto-typhique) très souvent mortelle pour l'homme : le laryngo-typhus, une des manifestations locales assez fréquente;

Avec le bacille pyocyanique, ce qui donne lieu à une association microbienne redoutable;

Avec le *Proteus vulgaris*, etc.;

Avec l'hématozoaire de Laveran (fièvre typho-palustre) commune dans les troupes coloniales en temps de guerre.

D'autres publications ont signalé : l'endocardite végétante due au bacille d'Eberth; la cystite hémorragique déterminée par le même microbe; des états septicémiques éberthiens sans lésions intestinales; des pleurésies survenues chez des typhoïdiques avec bacille éberthien appelé par une infec-

tion tuberculeuse de Koch; la poliomyélite expérimentale due au bacille typhique; la fréquence des thromboses typhoïdiques dont il a étudié la bactériologie et l'anatomie pathologique.

L'ensemble des travaux de M. **Vincent** représente toute une étude analytique et synthétique de la fièvre typhoïde envisagée dans son ensemble, et apporte une contribution des plus importantes à l'épidémiologie, à la clinique et à la prophylaxie de la grande endémie qui pèse si lourdement sur la population civile et sur l'armée.

Rapport de M. **A. Laveran** *sur le travail de M.* O. Arnaud.

Le choléra qui, en 1912-1913, a sévi avec une grande intensité dans les armées turque, bulgare et serbe, a fait beaucoup moins de victimes dans l'armée hellénique. Parmi les causes de cette immunité relative, M. **Arnaud** cite, en première ligne, le grand nombre des vaccinations anticholériques faites dans cette dernière armée; sur 108200 hommes, 72652 ont été vaccinés deux fois; 21216 une fois. Les vaccinations ont été faites avec des cultures du vibrion cholérique chauffées à 55° pendant 30 minutes, additionnées d'acide phénique (0,5 pour 100); deux injections ont été pratiquées toutes les fois que la chose a été possible. La proportion des cas de choléra chez les non vaccinés a été de 5,75 pour 100; chez les hommes vaccinés une fois, elle a été de 3,12 pour 100 et chez les hommes vaccinés deux fois, de 0,43 pour 100.

Ces chiffres paraissent concluants en faveur des vaccinations anticholériques.

M. le médecin principal **Arnaud** a fait partie de la Mission militaire française en Grèce et c'est sous sa direction que le Service de Santé a été réorganisé d'une façon très heureuse dans l'armée hellénique.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Laveran, Dastre, Charles Richet, Chauveau, Guignard, Roux, Labbé; Hennneguy, rapporteur.)

Les nombreux expérimentateurs qui, depuis une dizaine d'années, ont étudié l'action des rayons X sur l'ovaire sont arrivés à cette conclusion

générale que cet organe, comme le testicule, est très vulnérable par la rœntgénisation. Mais si tous sont d'accord sur ce point, il n'en est plus de même quand il s'agit d'établir le degré de radiosensibilité des différentes parties constituantes de l'organe et la marche des lésions. Les résultats contradictoires obtenus par les auteurs tiennent à quatre causes principales : la grande variabilité des techniques radiologiques employées; le choix d'animaux d'expériences dans des conditions trop dissemblables; la durée trop courte des survies dans la plupart des observations; enfin surtout l'insuffisance des examens histologiques.

M. **Antoine Lacassagne** a repris l'étude des effets biologiques des rayons X sur l'ovaire en apportant dans ses recherches une grande rigueur expérimentale.

Dans les ovaires irradiés de la Lapine on constate, durant une quinzaine de jours, la disparition des follicules de Graaf lésés : tous les follicules en évolution et la presque totalité des follicules primaires disparaissent. La régression de la glande interstitielle se manifeste dans le courant du deuxième mois après l'irradiation et se poursuit jusqu'au quatrième environ, puis cette glande se reconstitue en partie. La période de stérilisation définitive commence dès la première période, dans le cas exceptionnel où tous les follicules ont été détruits par l'irradiation; en général, elle résiste plus ou moins longtemps après le sixième mois, suivant le nombre de follicules épargnés, habituellement très restreint. En tout cas, jamais on n'observe, dans un ovaire adulte, la formation de nouveaux follicules.

La disparition des follicules après l'irradiation met en évidence, dans la zone corticale, des formations épithéliales ayant passé jusqu'à présent inaperçues dans l'ovaire de la Lapine adulte, mais que l'auteur a retrouvées à l'état normal. Ce sont des nodules de quelques cellules, des cordons pleins et surtout des vésicules cavitaires, sphériques, de tailles diverses. Ces « follicules sans ovules » résultent probablement de la fragmentation des mêmes cordons cellulaires qui ont donné naissance aux follicules ordinaires.

Les processus histologiques qui se déroulent au cours de la dégénérescence des follicules après l'action des rayons X sont généralement semblables à ceux qui ont été décrits à propos de l'atrésie physiologique et de l'atrésie consécutive aux maladies générales. L'autolyse a une importance prédominante, tant pour les oocytes que pour les cellules folliculaires, quel que soit le stade de l'évolution du follicule auquel la dégénérescence com-

mence. La phagocytose est presque toujours très faible et souvent nulle. Les éléments épithéliaux, oocytes et cellules folliculaires, sont très sensibles à l'irradiation, mais sont inégalement sensibles selon le stade de l'évolution que l'on considère. Les cellules conjonctives indifférenciées de la zone corticale et les cellules interstitielles achevées sont insensibles. Les cellules de la thèque interne sont au contraire très radiosensibles.

L'évolution de la glande interstitielle de l'ovaire, après irradiation, montre que cette glande est une formation temporaire dont les éléments sénescents se détruisent constamment et sont au fur et à mesure remplacés par des éléments jeunes. La durée de ces éléments est de 3 à 4 mois. Au point de vue de leur origine, on constate que, à côté de la transformation très connue des cellules conjonctives de certains follicules atrésiques en cellules interstitielles, ces derniers éléments proviennent partiellement d'une différenciation individuelle et directe des cellules du stroma cortical.

Beaucoup de Lapines dont les ovaires ont été irradiés peuvent encore présenter les phénomènes du rut; on constate alors que les ovaires contiennent un ou plusieurs kystes tenant la place de follicules dont les éléments cellulaires ont disparu. Ces faits confirment la non-intervention des corps jaunes, de la glande interstitielle et même de l'épithélium folliculaire dans le mécanisme du rut, lequel est provoqué, comme l'admettaient Pouchet et Pflüger, par une excitation nerveuse produite par l'action mécanique des follicules ovariens dès qu'ils ont atteint une certaine taille.

M. A. Lacassagne a pu tirer de ses expériences sur les Lapines et sur les Chiennes des conclusions intéressantes relatives au mode d'action des rayons X dans le traitement des fibromes utérins. Il admet que la stérilisation des ovaires chez la Femme paraît actuellement impossible à réaliser, à cause de la situation profonde de ces organes, et que c'est à l'action directe des rayons X sur la tumeur que les fibromes peuvent être redevables d'une amélioration à la radiothérapie.

M. Antoine Lacassagne a précisé l'action des rayons X sur la glande génitale femelle et fait connaître un certain nombre de faits nouveaux intéressants; ses efforts méritent d'être récompensés; aussi la Commission propose-t-elle de lui attribuer le prix Godard.

L'Académie adopte la conclusion de ce Rapport.

PRIX DU BARON LARREY.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Dastre, Charles Richet, Chauveau, Guignard, Roux, Henneguy; Laveran et Labbé, rapporteurs.)

Le prix, porté exceptionnellement à *quinze cents francs*, est partagé également entre :

M. **Reverchon**, médecin militaire, pour son travail intitulé : *Enseignements médico-militaires de la deuxième guerre balkanique ;*

M. H. **Billet**, médecin militaire, pour son Ouvrage : *Le traitement des plaies du crâne par petits projectiles de guerre.*

Des mentions très honorables sont accordées à MM. **Cousergue** et **Legrand**.

Rapport de M. **Laveran** *sur le travail de M.* Reverchon.

M. **Reverchon**, professeur agrégé du Val-de-Grâce, qui avait été chargé d'étudier le service de santé de l'armée serbe pendant la deuxième guerre balkanique a écrit sur cette mission un Rapport remarquable.

Dans les différents Chapitres de son travail, M. Reverchon a étudié : le soldat serbe, les pertes par le feu et par maladies dans l'armée serbe, la direction du service de santé, le service de santé de l'avant, les évacuations, enfin les blessures de guerre. Les enseignements qui ressortent de ce travail au point de vue de l'organisation du service de santé en campagne, de la prophylaxie des maladies épidémiques et du traitement des blessures de guerre sont d'un grand intérêt.

Rapport de M. **Léon Labbé** *sur l'Ouvrage de M.* H. Billet.

Ce travail constitue une importante contribution à cette question de la Chirurgie d'armée. Il a demandé à son auteur un grand effort de travail.

On doit faire ressortir le côté original de ce travail, qui consiste dans la conception de la subordination du traitement des blessures du crâne à la nature des lésions produites par les projectiles.

La Commission a jugé ce travail digne d'une moitié du prix du Baron Larrey.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX BELLION.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Laveran, Dastre, Charles Richet, Guignard, Labbé, Henneguy, Landouzy; Chauveau et Roux, rapporteurs.)

Le prix est partagé :

Un prix de *mille francs* est décerné à M. **Gorini**, directeur de laboratoire à l'École supérieure d'Agriculture de Milan, pour l'ensemble de ses travaux sur *Les vaccins, la bactériologie laitière et les microbes pathogènes* :

Un prix de *quatre cents francs* est décerné à M. **Marotel**, professeur à l'École vétérinaire de Lyon, pour l'*Ensemble de ses travaux sur les maladies parasitaires*.

Une mention honorable est accordée à M. **Raoul Dupuy**, pour son Ouvrage : *Les enfants arriérés et leur traitement.*

Rapport de M. **Roux** *sur les Ouvrages de M. le Professeur* C. Gorini.

M. le Professeur **Gorini**, directeur au Laboratoire de Bactériologie et d'Hygiène de l'École supérieure d'Agriculture de Milan, s'est surtout occupé du rôle des bactéries dans l'industrie laitière et la fromagerie a bénéficié de ses recherches poursuivies pendant des années avec une louable persévérance. Je me bornerai à rappeler ici les études de M. Gorini sur les ferments lactiques et leur intervention dans la fabrication du fromage. Aux ferments lactiques déjà connus il a ajouté ceux qui préparent non seulement de l'acide lactique et de la présure, mais aussi une diastase peptonisant la caséine en milieu acide et dont l'action contribue à la maturation de la pâte. Ces bactéries habitent ordinairement les trayons des vaches. La flore microbienne de ces trayons est nécessaire à connaître pour comprendre ce qui se passe dans la fabrication fromagère et pour prévenir certaines altérations des fromages. Les Mémoires que M. Gorini a publiés sur la distribution des bactéries dans les fromages, sur les maladies des fromages et sur les microbes qui les produisent, sur les présures microbiennes, sur la coagulation prématurée, etc., renferment les notions nouvelles des plus utiles à l'industrie laitière.

A l'œuvre agricole de M. Gorini s'ajoutent des recherches de bactériologie

médicale, sur le choléra, la morve, le charbon, la fièvre typhoïde, etc.; parmi elles, il faut signaler celles qui concernent le contrôle rapide du vaccin jennerien par l'inoculation à la cornée du lapin et la constatation de l'apparition des corpuscules de Guarnieri. Le procédé de M. Gorini est passé dans la pratique.

L'ensemble des travaux du professeur **Gorini** représente un labeur considérable dont la médecine et l'agriculture ont tiré profit, aussi votre Commission propose-t-elle de lui attribuer un prix de *mille francs* sur les fonds Bellion.

Rapport de M. **Chauveau** *sur les travaux de M.* Marotel.

Nombreux et très importants sont les travaux que M. **Marotel** a publiés sur les maladies provoquées par les parasites animaux.

Il s'est plus particulièrement occupé de celles qui frappent les animaux domestiques.

De toutes ses études il a pu tirer des documents nouveaux propres à éclairer les problèmes de la Pathologie générale comparée.

L'une d'elles présente, à ce point de vue, un intérêt tout spécial, car elle a été le point de départ de nos connaissances sur le rôle considérable que les parasites de l'appareil gastro-intestinal peuvent être appelés à jouer dans les infections microbiennes par la voie digestive.

C'est un sujet qui est actuellement en pleine évolution. Il a été introduit dans la Science vers l'an 1900, par M. Marotel, avec ses recherches et ses discussions sur la *Strongylose gastro-intestinale du mouton*.

Plusieurs auteurs soutenaient que cette maladie, ainsi d'ailleurs que d'autres affections considérées comme vermineuses, étaient exclusivement d'origine bactérienne. C'étaient, à leurs yeux, des *pastorelloses* développées chez des sujets atteints d'*helminthiase intestinale* et à la naissance desquelles les vers restaient complètement étrangers.

M. **Marotel** a été le premier à démontrer la fausseté de cette opinion sur l'*innocuité des helminthes*, en établissant que, dans les troupeaux en proie à la *strongylose*, la mortalité cesse après l'application d'un traitement vermifuge. Les vers ne restent donc pas *passifs* dans la pathogénie de la maladie qui tue les sujets de ces troupeaux.

Par quel mécanisme l'helminthe intervient-il? M. Marotel a pu démontrer que c'est en servant d'*agent inoculateur* aux microbes infectants. La plaie qu'il produit en se fixant sur ou dans la muqueuse intestinale constitue une porte d'entrée très largement ouverte aux bactéries.

Naturellement, ce n'est pas là un fait spécial à la *pasteurellose* du mouton. Il s'étend à toutes les espèces animales et à toutes les infections qui s'opèrent par la voie digestive. C'est ce qui fait l'importance du cas.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX MÈGE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Laveran, Dastre, Charles Richet, Chauveau, Guignard, Roux, Labbé; Henneguy, rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer les arrérages du prix Mège à M. **Bruntz**, directeur de l'École de Pharmacie de Nancy, pour l'ensemble de ses travaux.

Depuis une dizaine d'années, M. Bruntz a entrepris des recherches sur les organes excréteurs des Invertébrés et des Vertébrés. C'est par l'emploi de la méthode des injections physiologiques, imaginée par Kowalevsky, que l'auteur a découvert les organes excréteurs dans beaucoup d'Invertébrés chez lesquels ces organes étaient inconnus ou très mal étudiés.

Les substances étrangères introduites dans le sang peuvent se fixer dans des organes excréteurs divers pour y être éliminées; ce sont les reins proprements dits, organes ouverts, éliminant directement à l'extérieur les substances qu'ils ont fixées, et les néphrocytes, sortes de reins fermés, ou cellules glandulaires renfermant des produits concrétionnés ou cristallisés, homologues aux cellules à urates des Insectes. L'auteur distingue parmi les reins ouverts : les reins antennaires (Phyllopodes, Cirripèdes, Amphipodes, Schizopodes, Décapodes); les reins maxillaires (Phyllopodes, Cirripèdes, Isopodes, Stomatopodes); les reins labiaux (Diplopodes, Thysanoures); les reins pédieux (Onychophores); les reins coxaux (Limules, Scorpionides, Aranéides, Phalangides). Les néphrocytes existent chez les Insectes, les Copépodes parasites, les Thysanoures, les Pseudo-scorpions, les Phalangides, les Acariens; on les retrouve chez les Batraciens dans la paroi des lymphatiques et dans le foie. Ces cellules renferment des sels ammoniacaux, de l'acide hippurique, des corps xanthiques, des substances qu'on peut en extraire et qui possèdent une toxicité relativement grande. Certains néphrocytes ont aussi une fonction phagocytaire et peuvent absorber des particules solides. On doit également à M. Bruntz la

connaissance d'organes phagocytaires spéciaux chez les Gammarides, les Diplopodes, les Phalangides et les Lépismides. En étudiant l'origine, l'évolution et les fonctions des amibocytes des Arthropodes, il a constaté l'existence d'organes globuligènes dans tous les groupes des Crustacés supérieurs.

M. Bruntz a étendu ses recherches aux animaux supérieurs. Il a déterminé, chez les Mammifères, le rôle joué par les leucocytes dans l'élimination des substances étrangères à l'organisme. Des recherches, faites avec M. Spillmann, ont montré que les leucocytes se chargent de substances liquides ou solides et se rendent aux organes excréteurs; cette migration détermine une rapide et courte hypoleucocytose, suivie d'une hyperleucocytose due à ce que les globules blancs, après avoir abandonné les produits dont ils s'étaient chargés, rentrent dans la circulation générale accompagnés de globules néoformés dont le but est d'achever le travail d'élimination. On constate ces phénomènes dans les intoxications, les maladies infectieuses et après l'injection de certains médicaments.

Normalement les leucocytes chargés de produits d'élimination se rendent aux organes d'excrétion ouverts ou fermés auxquels ils cèdent les produits à excréter. Mais l'excrétion des leucocytes peut se faire soit directement par la peau, soit indirectement par le tube digestif, les voies respiratoires et peut-être encore par les muqueuses de certains organes. La voie d'excrétion anormale suivie par les globules blancs serait une voie prédestinée; ce serait une région de moindre résistance. Cet état de moindre résistance pourrait être dû soit à une prédisposition individuelle, héréditaire ou acquise, soit à une cause passagère. Les globules viendraient remplir leur rôle excréteur au niveau des tissus et des organes prédisposés, qui représenteraient ainsi pour eux de véritables voies d'appel. La viciation des phénomènes de transport leucocytaires permettrait, suivant l'auteur, d'expliquer la genèse de nombreux états morbides et conduirait à une nouvelle interprétation de la pathogénie de l'inflammation.

Les recherches de M. **Bruntz** et ses vues originales méritent d'attirer l'attention des physiologistes et des pathologistes, et ont été jugées, par votre Commission, dignes d'être récompensées.

L'Académie adopte la conclusion de ce Rapport.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (Physiologie expérimentale.)

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Laveran, Henneguy; Dastre, rapporteur.)

Le prix, d'une valeur de *sept cent cinquante francs*, est attribué conjointement à MM. **Mayer** et **Schæffer**.

MM. A. Mayer et G. Schæffer se sont fait connaître des physiologistes par des travaux antérieurs très remarqués. Ils présentent, cette fois, au concours du prix Montyon de Physiologie l'ensemble de leurs recherches de Chimie physiologique sur la composition des tissus en acides gras, graisses phosphorées et cholestérine, dont les résultats ont été exposés à l'Académie depuis deux années dans une série de Notes résumant des analyses nombreuses et délicates.

Le résultat le plus général de ces recherches a été de montrer l'importance de deux composants de tous les tissus : les acides gras non volatils et la cholestérine. Les teneurs en ces substances (*indices lipocytiques*) et surtout le rapport $\frac{\text{acides gras}}{\text{cholestérine}}$ ou *coefficient lipocytique* ont été déterminés chez différents types animaux et dans différents organes. Dans une même espèce animale, pour un organe déterminé, la valeur des indices lipocytiques est sensiblement constante : elle oscille autour d'une valeur moyenne. Pour des organes différents, ces indices et le coefficient correspondant varient suivant un ordre parfaitement réglé, poumon, rein, foie, pancréas, muscle et testicule. Cela est vrai surtout pour le coefficient lipocytique; celui-ci est caractéristique de chaque organe considéré.

D'autre part, les coefficients lipocytiques ont un rapport étroit avec la capacité d'imbibition des cellules vivantes par l'eau. La cholestérine favorise considérablement l'imbibition par l'eau des cellules qui la contiennent: au contraire, les acides gras et leurs composés ont une faible affinité pour l'eau. MM. A. Mayer et G. Schæffer constatent que chez un même animal, mammifère ou oiseau, l'ordre d'imbibition relative des différents tissus est toujours le même (poumon, rein, foie, pancréas, muscle, testicule). Or, cet ordre est celui précisément des coefficients lipocytiques. Les fragments

de tissus placés dans l'eau se gonflent d'autant plus que leur coefficient lipocytique est plus élevé. Il existe même un rapport numérique entre la teneur en lipoïdes et l'imbibition par l'eau : un fragment de tissu s'imbibe proportionnellement à son coefficient lipocytique.

Poussant l'analyse plus profondément, les auteurs recherchent quelle part revient dans la constance du coefficient lipocytique aux graisses phosphorées, aux véritables phosphatides (phosphore lipoïde). Cette étude établit la constance tout à fait remarquable du phosphore lipoïdique; constance plus étroite que celle des acides gras fixes. Sa teneur varie d'un tissu à l'autre chez un même animal. Mais, et c'est là le progrès réalisé dans cette série d'études, les valeurs trouvées, pour un organe donné, chez différents animaux, sont voisines. L'espèce n'intervient presque plus : il n'y a plus de différences marquées entre les divers animaux.

Beaucoup de conditions physiologiques sont sans influence sur la teneur en phosphore lipoïdique des organes. L'inanition ne la fait pas varier : la suralimentation prolongée avec les matières grasses ne la modifie pas non plus. Le phosphore lipoïdique paraît donc être la mesure d'un *constituant fondamental et permanent* des cellules.

Le *coefficient lipocytique* ainsi modifié présente une constance frappante. La teneur d'un tissu frais en phosphore lipoïdique est caractéristique de ce tissu chez les diverses espèces. Pour 100^g de foie, la teneur en phosphore lipoïdique est de $0^g,145$ chez le chien; $0^g,142$ chez le lapin; $0^g,148$ chez le cobaye; $0^g,143$ chez le pigeon, et sensiblement la même pour chaque espèce d'organe. Enfin les auteurs ont montré que la teneur est en rapport avec l'activité physiologique. Lorsqu'on refroidit un homéotherme et qu'on le laisse ensuite se réchauffer (ce qui se produit à la condition que le refroidissement n'ait été ni trop profond, ni trop prolongé), l'activité des muscles (frisson) et l'activité du foie sont exaltées. Or, à ce moment, on voit la teneur en phosphore lipoïdique augmenter : elle passe, chez les lapins, de $0^g,142$ à $0^g,205$; chez les chiens, de $0^g,145$ à $0^g,161$, pour le foie. Au contraire, il y a diminution dans le sang; les choses se passent comme s'il se faisait un transfert de la substance du sang dans le foie. En tout cas, cette constance du phosphore lipoïdique dans l'état normal, cette augmentation dans le tissu actif sont des particularités bien remarquables.

La portée de ces faits n'a pas besoin d'être soulignée. De là, l'unanimité de la Commission à accorder le prix de Physiologie à MM. **A. Mayer** et **G. Schæffer**, les auteurs de ces remarquables travaux.

L'Académie adopte la conclusion de ce Rapport.

PRIX PHILIPEAUX.

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Laveran, Henneguy; Dastre, rapporteur.)

Le prix Philipeaux a été attribué à M. **Pierre Girard** pour l'ensemble de ses travaux sur l'*osmose électrique*.

L'osmose joue un rôle capital dans les échanges de la nutrition. Les lois en ont été établies, depuis Dutrochet jusqu'à Van't Hoff et de Vries, et elles permettent de connaître en grandeur et en direction les mouvements des liquides à travers les cellules. Les moyens de détermination de la valeur de la force osmotique, par les procédés très divers, est d'un usage courant dans les laboratoires de physiologie animale et végétale.

Cependant la solution, que l'on considérait comme acquise, ne l'était pas : on n'avait pas tenu compte de tous les éléments du problème. De là des difficultés et des contradictions qu'on laissait arbitrairement de côté.

Les lois de l'osmose veulent qu'à travers une membrane, un septum, séparant de l'eau pure une solution aqueuse d'électrolyte, l'osmose se fasse du compartiment de l'eau pure au compartiment de la solution. Or, c'est l'inverse qui se produit lorsqu'il y a de l'eau d'une part et une solution d'acide chlorhydrique d'autre part. Dutrochet avait connu ce *cas aberrant*. Ils se sont systématiquement multipliés depuis lors. D'autre part, les physiologistes, depuis Heidenhain, avaient constaté que dans un grand nombre de phénomènes, en particulier dans ceux de l'absorption intestinale, le sens du mouvement des liquides était contraire de ce qu'il aurait dû être et de ce qu'auraient pu faire prévoir les concentrations moléculaires.

Ce sont ces difficultés, ces contradictions, que M. P. Girard a fait disparaître, en signalant l'intervention, dans le phénomène d'osmose, d'un facteur qui avait échappé à l'attention. Il s'agit du facteur *électrostatique*. M. P. Girard a étudié l'*osmose électrique* et complété ainsi à la fois un Chapitre de la Physique et un Chapitre de la Biologie. Son œuvre, à cet égard, est entièrement originale. En effet, les expériences d'Helmholtz sur les forces électromotrices de filtration, et celles de M. Jean Perrin sur l'électrisation de contact, se référaient à l'intervention de sources électriques extérieures, importantes, venant compliquer l'osmose : elles montraient que, sous l'action de champs électriques notables (1 volt-centimètre), l'eau

chargée d'impuretés et les solutions d'électrolytes filtrent au travers de cloisons poreuses.

Dans les phénomènes qu'a étudiés M. P. Girard il n'intervient aucune source électrique extérieure au système osmotique. La membrane de l'osmomètre se polarise elle-même au contact des deux liqueurs qu'elle sépare, et les différences de potentiel qui apparaissent sont celles qui se développent entre les faces de la membrane de l'osmomètre et les liqueurs qu'elle sépare. L'idée de l'intervention dans la filtration osmotique de ces facteurs électrostatiques ne se retrouverait que dans les expériences de César Becquerel en 1868.

Ces facteurs électrostatiques sont la conséquence des phénomènes d'électricité de contact mis en lumière par Jean Perrin et se produisant dans tous les cas où, au lieu d'être exactement neutres, les solutions mises en présence sont légèrement acides ou alcalines. M. **P. Girard** a donné une expression mathématique du sens et de la grandeur du phénomène.

En prenant pour sujet d'étude les globules rouges du sang, l'auteur fait gonfler instantanément ces globules dans des solutions cependant fortement hypertoniques à leur milieu naturel; ou inversement, il les fait se contracter dans des solutions hypotoniques. Des actions de ce genre se produisent dans l'organisme.

A la fois au point de vue physique et physiologique, ces recherches présentent une valeur qui leur mérite, sans conteste, la faveur de l'Académie et l'attribution du prix Philipeaux.

L'Académie adopte la conclusion de ce Rapport.

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Laveran; Dastre et Henneguy, rapporteurs.)

Le prix est partagé :

Un prix de *neuf cents francs* est décerné conjointement à MM. **Henri Piéron** et **René Legendre**, pour leur Ouvrage : *Le problème physiologique du sommeil.*

Un prix de *neuf cents francs* est décerné à M. **J. Mawas**, pour l'ensemble de ses travaux sur l'*Anatomie et la physiologie de la membrane nerveuse de l'œil et ses dépendances chez les Vertébrés et chez l'Homme.*

Une mention est accordée à M. **André Barbé**, pour ses *Recherches histologiques sur la myélinisation des voies motrices chez le Lapin.*

Rapport de M. **Dastre** *sur l'Ouvrage de MM.* H. Pieron *et* R. Legendre.

Un prix est décerné à MM. **Piéron** et **Legendre** pour leurs recherches sur *Le problème physiologique du sommeil.*

M. **Piéron** est un philosophe qui a des connaissances étendues en Histoire naturelle et en Physiologie. Il a eu l'ambition de faire servir ces connaissances à éclairer quelqu'un des problèmes communs à la Physiologie et à la Psychologie. Il a choisi la question du sommeil.

Avant de se préoccuper des causes, il a recherché les conditions du phénomène. Cette première partie du travail, relative à la détermination des circonstances, en restera la plus solide : la seconde, relative à la connaissance du mécanisme immédiat de sa production, n'est pas sans mérite, quoique la démonstration de sa réalité ne puisse être considérée comme absolument acquise.

M. Piéron a d'abord rapproché de l'état de sommeil, défini chez les animaux supérieurs, les états qui en sont plus ou moins voisins chez les Vertébrés inférieurs et chez les Invertébrés. Il a entrepris quelques recherches intéressantes sur les interversions qu'on peut produire chez les animaux supérieurs dans la succession des périodes de veille et de sommeil, et est arrivé, à cet égard, à des résultats intéressants.

La seconde partie du sujet a été abordée de la manière suivante : M. Piéron a retardé, chez des animaux, la satisfaction du besoin du sommeil jusqu'aux plus extrêmes limites, compatibles avec le maintien de l'état normal, ou plutôt avec la réparation de l'organisme. Surmontant le côté pénible de cette expérimentation, il a empêché le sommeil pendant des périodes de 200 heures ou 250 heures. Le besoin devient alors quasi irrésistible et il faut que les moyens d'en empêcher la satisfaction soient constamment en action. M. Piéron constate alors, avec l'aide de M. Legendre, qui est un histologiste distingué, les altérations du système nerveux. Ce sont des altérations dans les couches profondes du cerveau dans la région frontale. Il y a des altérations correspondantes du sang, du liquide céphalo-rachidien du plasma cérébral. Il apparaît, dans ces liquides, une *propriété hypnotoxique*. En les injectant (injection intraventriculaire) à des sujets ordinaires, normaux, on provoquait un besoin de sommeil, poussé à l'extrême et très rapide ; on

a constaté les mêmes altérations cellulaires que chez les animaux insomniques qui avaient fourni la substance de l'injection.

Cette propriété hypnotoxique du sang de chien insomnique rend compte du besoin impérieux de sommeil, chez les animaux empêchés de dormir. Elle serait due à une substance spéciale qui se développe au cours de la veille. Elle disparaît par le chauffage à 65° ainsi que par l'oxydation. Elle est soluble dans l'eau, non dialysable, insoluble dans l'alcool.

Que pourrait-on demander de plus, pour attribuer une valeur définitive à ces résultats? Il faudrait, sans doute, que ces constatations pénibles eussent été répétées assez de fois pour écarter toutes les influences contingentes. D'autre part, le Livre de M. **Piéron** constitue une monographie complète qui dispense les physiologistes de toute autre lecture sur le sujet et qui leur permet d'en retrouver toute la bibliographie.

Les mérites de ce travail justifient donc l'attribution que la Commission lui a faite de la moitié du prix Lallemand.

Rapport de M. **Henneguy** *sur les travaux de M.* J. Mawas.

M. J. **Mawas** a déposé, pour le concours du prix Lallemand, l'ensemble des recherches sur l'*Anatomie et la physiologie de la membrane nerveuse de l'œil et ses dépendances chez les Vertébrés et chez l'Homme*, qu'il poursuit depuis 1906.

Les faits nouveaux contenus dans ces travaux sont les suivants :

L'épithélium pigmentaire de la rétine est hautement différencié; son rôle ne consiste pas seulement à produire et à entretenir le pigment et à sécréter le pourpre visuel. Il a une fonction générale autrement importante : c'est un épithélium nutritif pour la rétine ciliaire (dans le cas des animaux à rétine avasculaire) ou pour sa partie la plus importante, le neuroépithélium (dans le cas des animaux dont la rétine est irriguée par le sang). On trouve, en effet, dans les cellules des grains de sécrétion, des vacuoles et des formations lipoïdes, un chondriome, des graisses, et l'on y constate des variations de chromaticité du noyau. Dans la partie visuelle de la rétine, le segment interne des cônes et celui des bâtonnets sont cytologiquement identiques : il en est de même du segment externe. Celui-ci est de nature lipoïde et renferme une substance mitochondriale diffuse. La striation longitudinale du segment externe n'existe pas chez les Mammifères. Le segment interne des cônes et des bâtonnets présente au contraire une striation longitudinale très nette, formée par de très fins chondrio-

chontes, qui correspondent au « Fadenapparat » des auteurs allemands, et aux autres formations fibrillaires et neuro-fibrillaires décrites récemment. Des mitochondries et des granulations lipoïdes se retrouvent aussi dans toute l'épaisseur de la rétine, dans les cellules nerveuses ganglionnaires, le tissu névroglique de soutien, le corps protoplasmique des cellules visuelles et des cellules bipolaires.

M. Mawas, étendant ses recherches à la partie ciliaire de la rétine, a montré que cette partie possède la structure d'un épithélium sécréteur, et que son rôle est de la plus haute importance dans les phénomènes nutritifs de l'œil. La sécrétion de l'humeur aqueuse est sous sa dépendance et partant la nutrition du cristallin et l'équilibre statique de l'œil entier. L'auteur est arrivé à cette conclusion que c'est dans un trouble de la physiologie normale du corps ciliaire, se traduisant notamment par une altération de l'épithélium ciliaire, qu'il faut chercher la cause de l'opacification du cristallin, et il a pu apporter à l'appui de cette conclusion des résultats obtenus à la suite de la production de la cataracte expérimentale chez le Lapin, et de l'examen des lésions du corps ciliaire dans la cataracte sénile.

Un des points les plus controversés de la morphologie de l'œil est celui de l'origine et de la structure du corps vitré et de la zonule de Zinn. Les uns considèrent ces formations comme d'origine mésodermique, les autres les font dériver de l'ectoderme. M. Mawas, en collaboration avec M. Magitot, a suivi le développement du corps vitré sur une série d'embryons humains de différents âges et a été amené à se ranger à la seconde manière de voir : le corps vitré est une formation névroglique et par conséquent d'origine ectodermique. Depuis le début de son apparition jusqu'à la naissance, on peut distinguer dans son évolution trois étapes : le vitré primordial, le vitré transitoire et le vitré définitif.

Le corps vitré primordial est d'origine rétinienne. Il est constitué par une fibrillation très délicate, issue de la couche ou zone marginale de la rétine embryonnaire. Cette couche marginale est formée par les prolongements protoplasmiques des cellules de soutien, qui sont les premiers à se différencier, dans le feuillet interne de la vésicule oculaire. Le corps vitré primordial est donc une formation exoplastique de ce feuillet. Lorsque le système vasculaire hyaloïdien fait son apparition dans la vésicule oculaire secondaire, il prend rapidement un développement considérable et emplit à lui seul la presque totalité de l'intérieur de l'œil. En même temps que les vaisseaux pénètrent un certain nombre de cellules conjonctives, mais dont

le rôle est purement vaso-formatif et qui ne prennent aucune part à la formation du vitré. Le vitré transitoire est formé par des éléments cellulaires d'origine névroglique qui entourent l'artère hyaloïdienne et ses branches. Le manchon périvasculaire névroglique a une existence éphémère comme les vaisseaux qu'il entoure. Le corps vitré définitif n'est que l'épanouissement du vitré primordial, momentanément masqué par l'envahissement et le développement du vitré hyaloïdien.

Il faut réserver le nom de *fibres zonulaires* aux formations exoplastiques de la rétine ciliaire qui vont s'attacher au cristallin. Ces fibres doivent être considérées, ainsi que les fibres du corps vitré dont elles sont l'homologue, comme des formations exoplastiques de la vésicule oculaire secondaire. Étant donnés les rapports qui existent entre le corps vitré et la rétine, à tous les stades du développement, il en résulte qu'il n'existe pas chez l'Homme de membrane hyaloïde ni de membrane limitante interne de la rétine.

L'étude de la forme, de la direction et du mode d'action du muscle ciliaire, chez l'Homme et quelques Mammifères, a conduit M. Mawas à aborder le problème de l'accommodation. Il n'a pas eu la prétention de le résoudre, mais il a préparé le terrain à l'expérimentation physiologique en lui fournissant des données morphologiques précises. Il a établi que, s'il se produit une traction généralisée de la zonule de Zinn, la périphérie du cristallin s'aplatit, tandis que son centre bombe ; que le centre anatomique du cristallin (le noyau lenticulaire) résiste à la déformation lenticulaire, mais dans une certaine mesure seulement ; que la face postérieure du cristallin varie de courbure en même temps que sa face antérieure. Les recherches de M. Mawas intéresseront les physiologistes et les ophtalmologistes et serviront de base à de nouvelles recherches sur le fonctionnement normal et pathologique de l'organe de la vision.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX POURAT.

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Laveran, Dastre, Henneguy.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX LA CAZE (Physiologie).

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Laveran, Henneguy; Dastre, rapporteur.)

La Commission attribue le prix La Caze à M. **E. Gley**, pour l'ensemble de ses travaux.

L'Académie connaît bien les travaux de M. E. Gley, professeur au Collège de France. Elle leur a attribué divers prix : en 1890, le prix Montyon, de Physiologie expérimentale; en 1891, le prix Pourat et le prix Martin-Damourette; en 1894, le prix Lallemand et en 1901, le prix Mège. Depuis lors, l'activité de ce physiologiste ne s'est pas ralentie et c'est l'ensemble de ces travaux plus récents et des travaux anciens que l'Académie entend récompenser en lui décernant le prix La Caze.

L'Académie adopte la conclusion de ce Rapport.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE.

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Laveran, Henneguy; Dastre, rapporteur.)

Le prix est partagé :

Un prix de *mille francs* est décerné à M. **Fauré-Fremiet**, pour son Ouvrage : *Le cycle germinatif chez l'*Ascaris megalocephala;

Un prix de *quatre cents francs* est décerné à M. **A. Lanzenberg** pour son Ouvrage : *L'ammoniaque et l'urée : origines, méthodes de dosage.*

M. **Fauré-Fremiet** a étudié les modifications physico-chimiques qui accompagnent les phénomènes de la fécondation et de la segmentation. Il a repris, dans cette vue, l'étude de la formation de l'œuf de l'Ascaris et celle de son évolution. Au point de vue purement morphologique l'œuf de l'Ascaris du cheval (*Ascaris megalocephala*) a été l'objet de recherches nombreuses de la part des embryologistes, des cytologistes; de van Beneden qui y a découvert le phénomène de la *réduction chromatique;* de Boveri qui y a reconnu la différence de cette réduction chromatique chez les cellules somatiques et chez les cellules sexuelles primordiales. Mais au point

de vue physiologique à peu près rien n'avait été fait. M. Fauré-Fremiet a résolu de combler cette lacune et il est arrivé à des résultats intéressants :

1° Il a d'abord examiné la constitution chimique de l'*oocyte mûr*. Il y a constaté la présence de phosphates minéraux; du glycogène; de lipoïdes phosphorés formant la plus grande partie des éléments figurés nommés *mitochondries;* enfin d'un corps spécial cristallisable, éther d'un acide-alcool-nouveau, l'*acide ascarylique*.

2° Après l'œuf, M. Fauré-Fremiet a étudié le *spermatozoïde*. Le « corps réfringent » de van Beneden serait constitué d'une albumine particulière, l'*ascaridine*.

3° Dans l'acte de fécondation, cette ascaridine se dissout dans le cytoplasme ovulaire. Cet acte s'accompagne de modifications physiques et chimiques : abaissement de tension superficielle, hydrolyse du glycogène, formation de glycosamines constituant la membrane externe de l'œuf, saponification de l'éther ascarylique et mise en liberté de l'acide qui entre dans la constitution de la membrane interne. Il y a, en même temps, expulsion de phosphates. Tout cela s'effectuerait en milieu anaérobie.

Le développement ultérieur exige la présence de l'oxygène, comme l'avait montré déjà Hallez et d'autres auteurs. Il y a combustion des graisses neutres, puis des hydrates de carbone. M. Fauré-Fremiet croit pouvoir conclure de ses recherches calorimétriques, la quantité moyenne d'énergie correspondant au phénomène de la segmentation d'un œuf (2100 ergs). La différenciation cellulaire est empêchée ou ralentie seulement par l'action des rayons ultraviolets qui empêchent l'oxydation normale des réserves graisseuses.

Il est clair que quelques incertitudes doivent se glisser dans ces difficiles recherches : mais les résultats positifs obtenus sur certains points, particulièrement en ce qui concerne l'acide ascarylique, et la tendance générale du travail, expliquent et justifient la récompense que la Commission a accordée au travail de M. **Fauré-Fremiet.**

La deuxième partie du prix Martin-Damourette a été attribuée à M. **A. Lanzenberg** pour son travail sur *L'ammoniaque et l'urée*.

L'ammoniaque n'est pas intégralement transformée en urée dans l'organisme. L'urine en contient toujours plus ou moins, et sous des conditions pathologiques cette quantité augmente. En principe, c'est à des acides organiques qu'est combinée l'ammoniaque urinaire. Actuellement, on ne sait

pas déterminer directement la quantité totale de ces acides, qui est intéressante à connaître. On l'évalue précisément, mais d'une manière indirecte, par l'ammoniaque qui leur est unie. L'excrétion de ces acides, l'*acidose*, est représentée, en grandeur, par un coefficient, différent du coefficient particulier de L.-C. Maillard ou coefficient d'imperfection uréogénique, au moins tel que l'entendait cet auteur au début de ses recherches.

Le *coefficient d'acidose* de M. Lanzenberg prend en considération les acides aminés. C'est le rapport de l'azote des amines urinaires augmenté de l'azote ammoniacal à l'azote total. M. Lanzenberg en a étudié les variations physiologiques et pathologiques et montré l'intérêt clinique. Cette modification est loin d'être indifférente et a déterminé les membres de votre Commission à récompenser le travail de M. **Lanzenberg**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. de Freycinet, Haton de la Goupillière, Émile Picard, Carnot, Labbé, le prince Bonaparte; Darboux, rapporteur.)

Deux Ouvrages seulement ont été présentés au Concours pour l'année 1914; ils ont tous deux pour auteur M. **René Worms**, maître des requêtes au Conseil d'État, directeur de la *Revue internationale de Sociologie*, qui, par des études des plus variées, a su conquérir successivement les diplômes de docteur en droit, docteur ès lettres, docteur ès sciences naturelles. Le premier de ces Ouvrages, qui avait été déjà présenté au Concours de 1913 et qui fait partie de la Bibliothèque sociologique internationale, a pour titre : *La sexualité dans les naissances françaises*. Il traite, on le voit, d'une question des plus intéressantes. Le déterminisme du sexe chez les animaux, le rapport numérique des sexes dans les naissances humaines, ont été de la part des naturalistes et des statisticiens, l'objet d'innombrables études aboutissant souvent à des résultats dénués de précision. L'auteur a lu tout ce qu'il y avait d'intéressant sur ce sujet en s'at-

tachant plus particulièrement à examiner toutes les questions relatives au rapport des sexes dans la natalité française. Ses conclusions, qu'il serait trop long d'énumérer ici, ont été obtenues par l'application d'une méthode rigoureuse et précise.

Le second Ouvrage de M. Worms, qui fait partie de la *petite encyclopédie sociale, économique et financière*, a pour titre : *Les Associations agricoles*. L'auteur y envisage successivement les syndicats agricoles, les caisses de crédit agricole, les coopératives agricoles, les sociétés d'assurances agricoles, les associations agricoles dans la France d'outre-mer. Il y fait connaître tout ce qu'il y a d'essentiel à dire sur ce sujet si intéressant.

Votre Commission vous propose de donner le prix Montyon de Statistique à M. **René Worms**.

L'Académie adopte la conclusion de ce Rapport.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX.

(Commissaires : MM. Darboux, Grandidier, Émile Picard, Appell, Bouvier, Bigourdan, Guyou.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE BERTHELOT.

(Commissaires : MM. Appell, E. Perrier, Darboux, A. Lacroix.)

Uue médaille Berthelot est décernée à M. **Debierne**, lauréat du prix La Caze (Chimie).

PRIX HENRI BECQUEREL.

(Commissaires : MM. Appell, E. Perrier, Darboux, A. Lacroix, Émile Picard, Zeiller.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Appell, E. Perrier, A. Lacroix, Émile Picard, Zeiller; Darboux, rapporteur.)

Un prix de *deux mille francs* est attribué à M. **J.-H. Fabre**, Correspondant de l'Académie.

PRIX LANNELONGUE.

(Commissaires : MM. Appell, E. Perrier, A. Lacroix, Émile Picard, Zeiller; Darboux, rapporteur.)

Les arrérages de cette fondation sont partagés entre Mme **Cusco** et Mme **Rück**.

PRIX GUSTAVE ROUX.

(Commissaires : MM. Appell, E. Perrier, A. Lacroix, Émile Picard, Zeiller; Darboux, rapporteur.)

Le prix est prorogé à 1915.

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Appell, E. Perrier, A. Lacroix, Émile Picard, Zeiller; Darboux, rapporteur.)

Le prix est attribué à M. **Charles Frémont**, Correspondant de l'Académie.

PRIX WILDE.

(Commissaires : MM. Grandidier, Lippmann, Émile Picard, Guignard, Violle; A. Lacroix et Darboux, rapporteurs.)

Le prix est partagé :

Un prix de *trois mille francs* est décerné à M. **Perrier de la Bathie** pour ses *Explorations géologiques à Madagascar;*

Un prix de *deux mille francs* est décerné à M. **Schulhof**, calculateur principal au Bureau des Longitudes.

Rapport de M. **A. Lacroix** *sur les travaux de M.* Perrier de la Bathie.

Parmi les naturalistes qui se sont consacrés à l'étude de Madagascar, M. **Perrier de la Bathie** se place au premier rang.

Depuis 14 ans, il sillonne sans relâche la grande île de ses itinéraires.

Comme botaniste, il s'est attaché à l'étude de sa flore, non seulement, au point de vue théorique, mais aussi au point de vue de son utilisation agricole et industrielle.

Comme géologue, il a suivi pas à pas la bordure des schistes cristallins et des terrains sédimentaires du nord au sud de l'île, puis les terrains crétacés, qui se trouvent plus à l'ouest. Dans le massif ancien, il a relevé de nombreuses coupes sur toute l'étendue de la colonie et notamment dans la région du nord, sur laquelle il n'existait que peu de renseignements à cet égard. Il a reconnu les gisements de cuivre et s'occupe actuellement des sondages destinés à capter les sources thermales d'Antsirabé.

Comme paléontologiste, il a recueilli une masse énorme de documents précieux; je ne citerai parmi ceux-ci que de nombreux ossements de gigantesques Dinosauriens, dont l'un a une taille supérieure à celle du *Diplodocus*.

Ces observations sur le terrain dans des champs scientifiques aussi variés ont fait l'objet de nombreuses publications, pour lesquelles l'auteur a eu souvent M. Jumelle pour collaborateur dans les questions botaniques. Mais en outre de ces travaux personnels, il faut tenir compte de tous ceux qu'a suscités et que suscite encore l'étude des innombrables matériaux envoyés en France par M. Perrier de la Bathie (Botanique, Paléobotanique, Paléontologie animale, Géologie et Minéralogie). Avec un remarquable

désintéressement, en effet, cet explorateur donne tous les documents qu'il recueille à des collections publiques (École des Mines, Muséum d'Histoire naturelle, Faculté des Sciences de Marseille) et il se met libéralement à la disposition de ceux qui les étudient pour effectuer de nouvelles recherches dans les directions qui paraissent être utiles.

Pour toutes ces raisons, la Commission propose à l'Académie d'attribuer un prix Wilde de *trois mille francs* à M. Perrier de la Bathie. Ce sera la juste récompense de longs efforts couronnés de succès, particulièrement louables dans une colonie où le climat tropical rend souvent difficile la continuité des recherches de ce genre.

Ce sera, en outre, un encouragement et une aide pour les travaux que M. **Perrier de la Bathie** continue actuellement.

Sur le Rapport de M. Gaston Darboux, un prix Wilde de *deux mille francs* est accordé à M. **Schulhof**, calculateur principal au Bureau des Longitudes, pour tous les services qu'il a rendus à la Science, à l'Académie et au Bureau des Longitudes.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX LONCHAMPT.

(Commissaires : MM. Chauveau, Roux, Prillieux, Laveran, Dastre, Mangin; Guignard, rapporteur.)

L'étude de la composition élémentaire des êtres vivants a montré, grâce aux progrès des techniques analytiques, qu'en dehors des 13 ou 14 éléments fondamentaux d'autres interviennent, en quantité généralement très petite, dans la constitution des organismes. Dans cette enquête, si importante pour la Biologie générale, M. **Javillier** a pris une place fort honorable en s'attachant surtout à l'étude du zinc.

M. Javillier s'est tout d'abord préoccupé d'appliquer une bonne technique analytique. Une méthode de précipitation et de dosage, que M. G. Bertrand et lui-même avaient étudiée, a été mise à profit pour la recherche biologique de très petites quantités de zinc. M. Javillier a pu caractériser et même doser cet élément dans des végétaux appartenant à des familles botaniques très diverses, recueillis sur des sols différents au point de vue chimique et géologique. Le zinc n'apparaît plus désormais

comme un constituant exceptionnel des cendres végétales; il y est présent, sinon constamment, du moins très fréquemment. Déjà nous savions qu'il s'accumule en proportions élevées dans les plantes dites *calaminaires;* sur ce point, M. Javillier nous a également apporté de nouveaux documents analytiques.

Mais l'analyse n'apprend rien, ou peu de chose, du rôle effectif d'un élément. M. Javillier a recherché si le zinc exerce une action sur le développement et sur certaines des fonctions physiologiques des plantes. Depuis J. Raulin, c'était une notion commune que le zinc est utile à la croissance d'une moisissure, l'*Aspergillus niger* V. Tgh. (*Sterigmatocystis nigra* V. Tgh.). Mais cette notion était contestée. M. Javillier a montré qu'elle est parfaitement exacte. Le sel de zinc n'agit pas dans le milieu de culture comme un antiseptique s'opposant au développement d'organismes étrangers, il agit directement sur la plante. Il agit d'ailleurs à des doses d'une petitesse tout à fait insoupçonnée : un cent-millionième de zinc possède déjà une activité mesurable et un dix-millionième suffit à obtenir le maximum d'effets utiles. Le « coefficient d'utilité spécifique » de l'élément dépasse 100000.

M. Javillier a déterminé la courbe d'action du zinc sur l'*Aspergillus* et défini les doses nécessaires et les doses toxiques avec leurs intermédiaires. Le zinc se fixe sur la plante; il intervient dans le mode de consommation des aliments; améliore, par exemple, l'utilisation du sucre en restreignant la dépense d'entretien au bénéfice de la dépense de construction; il influe sur la fixation de la plupart des éléments minéraux. S'il a été impossible jusqu'ici de lier à la présence du zinc la sécrétion d'une diastase déterminée, du moins a-t-on vu la richesse des mycéliums en sucrase et tréhalase, gélatinase et érepsine, amygdalase et amygdalinase, diminuer par la suppression de cet élément.

La question se pose de savoir si le zinc est un élément strictement indispensable à l'*Aspergillus*, au même titre, par exemple, que le phosphore ou le magnésium; il n'y a pas de preuve expérimentale en faveur d'une opinion aussi absolue : en réalité, on peut entretenir la moisissure pendant de nombreuses années, sur des milieux artificiels non additionnés de zinc.

M. Javillier a étudié l'action de doses extrêmement petites de zinc sur d'autres organismes : des *levures*, dont l'une, se développant facilement en voile à la surface de son milieu, s'est comportée, au point de vue activation de croissance, comme l'*Aspergillus;* divers Hyphomycètes, des *Pœcilomyces* et *Penicillium*, dont le développement a également bénéficié de l'intro-

duction du zinc, à doses faibles, dans leur milieu de culture; des plantes supérieures, blé, maïs, avoine, etc. Certaines de ces dernières expériences ont été faites dans les conditions de la grande culture. Les résultats ont été unanimement favorables avec le maïs, relativement bons avec le blé dans des expériences de laboratoire, irréguliers avec les autres espèces. En somme, l'action biologique du zinc paraît se vérifier avec des organismes très divers, mais il importe de ne pas formuler à ce sujet de conclusion trop générale.

Le zinc, considéré comme catalyseur biologique, est-il remplaçable par quelque autre élément? C'est l'*Aspergillus niger* qui, ici encore, a servi de premier objet d'étude. Limitant d'abord le problème, M. Javillier a recherché s'il existe quelque autre élément qui, aux mêmes doses, dans les mêmes conditions de temps, provoque chez ce champignon une activation de croissance, une exubérance de développement égales à celles que provoque le zinc. Dans des conditions expérimentales données, le zinc a produit les récoltes de beaucoup les plus élevées, il a été pour l'*Aspergillus* le plus puissant des catalyseurs. Seul, le cadmium, parmi plus de 40 éléments expérimentés, a montré une très réelle analogie avec le zinc. M. Javillier reste en ce moment même attaché à l'étude de cette importante question qui donne lieu à des controverses témoignant de la difficulté de l'expérimentation et de la multiplicité des facteurs qu'il faut envisager. Les difficultés expérimentales résultent de l'extrême petitesse des doses d'éléments capables d'intervenir, de la grande pureté des milieux qu'il faut employer, des causes d'erreur, délicates à dépister, qu'il faut éviter. Parmi ces dernières, M. Javillier a signalé la présence de zinc dans les vases de culture : certains verres renferment des traces de cet élément; les expériences réalisées, par exemple, dans des fioles en verre d'Iéna sont, pour cette raison, entachées d'erreur.

Les faits mentionnés dans ce Rapport ne sont pas les seuls que M. Javillier ait contribué à mettre en évidence. Collaborateur de M. G. Bertrand, il a étudié l'influence du manganèse, seul ou associé au zinc; les deux auteurs ont établi une notion nouvelle, celle de l'action cumulative des éléments catalytiques. Avec M. Sauton, M. Javillier s'est occupé des relations du fer avec la reproduction conidienne, avec Mme Tchernorontzky de l'influence du cadmium et du glucinium sur divers Hyphomycètes. Le même auteur a donné une définition nouvelle des coefficients d'utilité spécifique des éléments qui mérite d'être prise en considération.

Cet important ensemble de recherches a nécessité un effort expéri-

mental avisé et persévérant. Votre Commission propose à l'Académie de le reconnaître en attribuant à M. **Javillier** le prix Lonchampt.

L'Académie adopte la conclusion de ce Rapport.

PRIX SAINTOUR.

(Commissaires : MM. Armand Gautier, Müntz, Roux, Zeiller, Bouvier; Guignard et Termier, rapporteurs.)

Le prix est partagé :

Un prix de *quinze cents francs* est décerné conjointement à MM. **Bigeard** et **Guillemin**, pour leurs travaux sur la *Flore des Champignons;*

Un prix de *quinze cents francs* est décerné à M. **J. Révil**, pour l'ensemble de ses *travaux de Géologie.*

Rapport de M. **Guignard** *sur les Ouvrages de MM.* Bigeard et Guillemin.

Si rien n'est souvent plus méritoire que de rédiger un bon Ouvrage de vulgarisation scientifique, cette remarque peut s'appliquer surtout à la détermination des Champignons. Par la diversité et la multiplicité de leurs formes génériques, comme par la différenciation à peine sensible de leurs types congénères, ils constituent, en effet, un groupe de plantes des plus difficiles à caractériser et parmi lesquelles certaines espèces, faciles à confondre, diffèrent essentiellement par leurs propriétés. On ne saurait, en outre, trop insister sur ce point, qu'il n'existe aucun procédé empirique permettant de distinguer celles qui sont dangereuses de celles qui sont inoffensives. Seuls, les caractères botaniques peuvent donner des garanties sérieuses, et il faut se résoudre à les interroger : d'où la nécessité pour les amateurs et les débutants d'avoir entre les mains un guide précis et sûr.

Parmi les Ouvrages publiés dans le but de faciliter et de vulgariser l'étude des Champignons supérieurs, l'un des plus pratiques et des mieux conçus est celui que MM. **René Bigeard** et **Henri Guillemin** ont fait paraître en 1909 et complété l'an dernier par un nouveau Volume.

Déjà, en 1903, M. Bigeard, depuis longtemps familiarisé avec la connaissance de ces plantes, avait offert aux débutants une *Petite flore des Champignons les plus vulgaires*, comprenant principalement les espèces comestibles et vénéneuses du département de Saône-et-Loire et des régions

voisines. L'accueil mérité fait à ce petit Livre, où la diagnose des espèces reposait sur une méthode nouvelle, devait bientôt amener son auteur à élargir le cadre de son travail et à entreprendre un Ouvrage plus général, exécuté sur le même plan. Cet Ouvrage, pour lequel il s'adjoignit un collaborateur très compétent, M. Guillemin, est intitulé : *Flore des Champignons supérieurs de France.* Il permet à l'amateur de déterminer toutes les espèces qui l'intéressent, c'est-à-dire les gros Champignons charnus, sans avoir besoin de recourir aux descriptions trop scientifiques des mycologues de profession. C'est pourquoi l'Ouvrage donne un Tableau complet des genres les plus importants : Amanites, Tricholomes, Russules, Lactaires, Bolets, etc., tandis qu'il laisse de côté les espèces de petite taille et les formes trop rares.

Renonçant à l'usage des clefs dichotomiques qui, en invoquant un seul caractère, conduisent trop souvent à des déterminations erronées quand il s'agit de végétaux aussi variables que les Champignons, MM. Bigeard et Guillemin ont eu recours à l'emploi de tableaux synoptiques basés sur les caractères essentiels. Ces Tableaux permettent d'arriver d'abord au genre; ensuite le genre est subdivisé, par le même procédé, en plusieurs sections et, dans chacune de celles-ci, la comparaison facile et rapide des descriptions d'un petit nombre d'espèces conduit sûrement à la détermination.

On trouve dans cet Ouvrage la description de plus de 1600 espèces, comprenant non seulement celles qui sont comestibles ou vénéneuses, mais aussi les espèces intéressantes à connaître en raison de leur fréquence ou de leur forme spéciale. Il renferme 56 planches en noir, représentant 232 Champignons choisis parmi les plus répandus. Ajoutons que toutes les espèces y sont désignées par leur nom scientifique, accompagné du nom français. Il est temps, en effet, de renoncer aux noms locaux, qui varient d'une région à l'autre et dont la multiplicité ne peut qu'engendrer la confusion.

Cette Flore, conçue dans un but de large vulgarisation scientifique, suffirait à elle seule, par la sûreté de la méthode et l'exactitude des descriptions, pour mériter les suffrages de l'Académie. Mais les auteurs ont fait plus encore : frappés, comme tous les spécialistes, de la lacune qui existait dans la littérature mycologique française, laquelle, depuis longtemps déjà, ne comptait plus d'Ouvrage complet sur les Champignons supérieurs, ils ont publié l'an dernier un nouveau Volume comprenant tous ceux qui ont été récoltés dans notre pays et dans les contrées limi-

trophes. Ce complément s'adresse plus spécialement à ceux qui font de la Mycologie leur science de prédilection. Il forme un Volume de près de 800 pages, illustré de 44 planches en noir avec 380 figures et comprenant 2200 espèces, que les auteurs ont classées d'après la méthode antérieurement adoptée et dont la détermination repose sur les mêmes principes que celles des autres espèces mentionnées dans leur Flore.

Il y a là, comme on le voit, une œuvre de longue haleine, dont l'intérêt scientifique et pratique est incontestable. Aussi la Commission propose-t-elle à l'Académie de décerner à MM. **Bigeard** et **Guillemin** le titre de lauréat et de leur attribuer une somme de *quinze cents francs*, représentant la moitié du prix Saintour.

Rapport de M. Termier *sur les travaux de M.* J. Révil.

La Commission propose à l'Académie d'attribuer la deuxième moitié du prix Saintour, soit *quinze cents francs*, à M. **J. Révil**, ancien président de l'Académie de Savoie, pour l'ensemble de ses travaux géologiques et, tout particulièrement, pour son bel Ouvrage sur les chaînes jurassiennes et subalpines des environs de Chambéry.

Amené tout jeune à la Géologie par le chanoine Vallet, M. Révil a été le collaborateur de Louis Pillet, de Charles Lory, puis de Marcel Bertrand, enfin de M. Kilian. Il est le type excellent de l'homme de science infiniment désintéressé, dépourvu de toute attache officielle, travaillant minutieusement et sans aucune hâte un petit coin du vaste domaine de la Géologie, mais connaissant ce coin jusque dans les moindres détails de son histoire.

L'Ouvrage sur les chaînes jurassiennes et subalpines est une monographie précieuse de toute la région de Chambéry. Il comprend deux parties, chacune objet d'un Volume : une partie stratigraphique; une partie tectonique. Le premier Volume nous donne un Tableau complet des formations sédimentaires de la contrée. Chaque étage est étudié dans les chaînons jurassiens d'abord, puis dans la zone subalpine; et les variations de faciès sont analysées et discutées. La description est complétée par des listes de fossiles très complètes. Le deuxième Volume est le plus original des deux et renferme une foule d'observations, nouvelles et d'un haut intérêt, sur la tectonique des environs de Chambéry, sur les rapports

des plis subalpins avec les premiers chaînons du Jura, sur les accidents divers, et quelquefois compliqués, qui rompent la monotonie des chaînes. De très nombreuses planches de coupes et des dessins intercalés dans le texte rendent toute cette étude tectonique parfaitement claire.

L'Ouvrage de M. **Révil** est, sur beaucoup de points, une description définitive. Il serait à désirer que nous eussions, pour toutes les régions de la France, des monographies aussi complètes et aussi consciencieuses.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX HENRI DE PARVILLE (Ouvrages de Sciences).

(Commissaires : MM. Appell, Edmond Perrier, Émile Picard, Armand Gautier, Adolphe Carnot; Darboux, rapporteur.)

Le prix est partagé de la façon suivante :

Un prix de *mille francs* à M. **Berget**, professeur à l'Institut océanographique de Paris;

Un prix de *mille francs* à M. **Houllevigue**, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille;

Un prix de *mille francs* à M. **Joubin**, professeur au Muséum national d'Histoire naturelle;

Un prix de *cinq cents francs* à M. **Altermann**, ingénieur des Arts et Manufactures;

Un prix de *cinq cents francs* à M. **Coupin**, chef des travaux pratiques de botanique à la Faculté des Sciences.

PRIX HOULLEVIGUE.

(Commissaires : MM. Lippmann, Gautier, Émile Picard, Perrier, Violle, Deslandres; Darboux, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Verschaffel**, Correspondant de l'Académie, directeur de l'Observatoire d'Abbadia.

PRIX CAMÉRÉ.

(Commissaires : MM. Léauté, Carnot, Humbert, Vieille, Le Chatelier, Carpentier; Lecornu, rapporteur.)

M. **Augustin Mesnager**, ingénieur en chef des Ponts et Chaussés, professe à l'École des Ponts et Chaussées le cours de matériaux de construction et dirige en même temps, dans cette École, un laboratoire de Chimie et un laboratoire d'essais physiques et mécaniques. Il a été ainsi conduit à s'occuper spécialement de la théorie de la résistance des matériaux, théorie à laquelle il a apporté de notables améliorations. Il a, par exemple, substitué à l'hypothèse, généralement admise, de l'absence de gauchissement des sections droites d'une pièce prismatique fléchie, hypothèse manifestement fausse dès qu'il existe des efforts tranchants, un principe qui ne soulève pas les mêmes difficultés et qui s'énonce ainsi : « Les efforts longitudinaux se répartissent dans chaque section suivant une fonction linéaire des coordonnées. » Ce principe doit lui-même être abandonné au droit des sections chargées. M. Mesnager a cherché à déterminer ce qui se passe dans ces sections, et il y est parvenu dans des cas assez étendus. Il a, d'autre part, réussi à calculer la loi de répartition des efforts dans un plancher indéfini. Pour vérifier ses formules, il a effectué des essais de rupture sur des modèles en verre, substance qui présente la propriété de rompre avant d'avoir atteint sa limite d'élasticité. La même substance lui a permis, grâce à sa transparence, d'analyser, au moyen des phénomènes de double réfraction, les déformations intérieures de modèles soumis à des forces données. Ce procédé a été appliqué à l'étude du pont de la Balme, sur le Rhône, dont la portée est de 97^m.

On doit à M. Mesnager un mode nouveau de construction des ponts métalliques. Partant de cette remarque que, dans les poutres en treillis telles qu'on les établit habituellement, les assemblages présentent une certaine rigidité, dont on tiendrait difficilement compte dans les calculs, il a imaginé de terminer chaque barre du treillis, à ses deux extrémités, par des lames flexibles, de petite longueur, qui relient cette barre au reste de la construction. Cette disposition supprime les tensions secondaires dues à la rigidité. Ce système a reçu plusieurs applications, et l'expérience a montré qu'on obtient ainsi une concordance satisfaisante

entre les efforts calculés et les efforts observés. Les articulations sans jeu réalisées de cette manière peuvent être utilisées également dans la construction d'instruments de précision : c'est ainsi que M. Mesnager a réalisé un plan interférentiel porté par quatre lames flexibles et susceptible de se déplacer de plusieurs millimètres en conservant une direction invariable; l'appareil a figuré à l'une des expositions de la Société de Physique.

Une autre invention du même ingénieur se rapporte à la construction des voûtes en béton armé. Dans une voûte rigide, le retrait du béton occasionne souvent, près des naissances, des fissures qui compromettent la solidité de l'ouvrage. Pour éviter cet inconvénient, il est tout indiqué d'articuler les naissances de la voûte. On a proposé des articulations à rouleaux cylindriques; mais l'exécution est difficile, coûteuse, et expose à des glissements dangereux. La solution de M. Mesnager consiste à établir la liaison entre la voûte et chaque culée par plusieurs barres se croisant au même point et noyées d'une part dans le béton de la voûte, d'autre part dans celui de la culée. La clef est articulée de la même manière. Ce système a été appliqué avec succès à Paris pour la couverture du canal Saint-Martin et pour le passage d'une conduite d'eau au-dessus du canal Saint-Denis. Il a été également adopté pour la construction de divers ponts dans les départements.

On voit par ce bref exposé que M. **Mesnager** possède tous les titres requis pour l'obtention du prix Caméré.

L'Académie adopte la conclusion de ce Rapport.

PRIX JÉROME PONTI.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Guignard, Maquenne, le prince Bonaparte, Villard; Bouvier et Zeiller, rapporteurs.)

Le prix est partagé :

Un prix de *deux mille cinq cents francs* est décerné à M. **Henri Brölemann**, pour ses travaux *sur les Myriapodes*.

Un prix de *mille francs* est décerné à M. **Pelourde**, pour ses *Recherches de Paléontologie végétale*.

Rapport de M. **Bouvier** *sur les travaux de M.* H. Brölemann.

M. **Henri Brölemann** s'est fait une place de choix dans la Zoologie par ses travaux sur les Myriapodes. Malgré l'intérêt qu'ils présentent à cause de leurs caractères primitifs, de leurs affinités avec les Insectes et de leur ressemblance avec les Arthropodes annélidiens du groupe des Péripates, les Myriapodes ont été longtemps trop délaissés par les zoologistes. M. Henri Brölemann a réagi plus que tout autre contre cet abandon fâcheux : depuis trente ans au moins il consacre ses loisirs, ses voyages et une partie de ses ressources à l'étude systématique et biologique du groupe, dont il est devenu l'historiographe le plus compétent. Dans cette étude, il est devenu le collaborateur de tous les grands établissements scientifiques, surtout du Muséum d'Histoire naturelle auquel il a généreusement offert sa très riche collection. A ces titres seuls, M. Brölemann serait digne de nos récompenses. Mais il est de plus un apôtre et un maître : c'est lui qui a formé et dirigé dans l'étude des Myriapodes deux de nos meilleurs zoologistes, M. Duboscq, professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier, et M. Ribaut, professeur à la Faculté de Médecine de Toulouse, et c'est à lui que notre Confrère M. Delage a confié la partie des Myriapodes dans son grand Traité de Zoologie concrète.

Les Membres de la Section de Zoologie sont unanimes pour reconnaître le mérite scientifique et les grands services de M. Brölemann; ils ont déposé à cet effet une demande sur le bureau de la Commission du prix Jérôme Ponti et votre Commission reconnaît le bien-fondé de cette demande, qu'elle a trouvée fort honorable pour le distingué zoologiste. En conséquence, elle vous propose d'attribuer une part du prix Jérôme Ponti (2500 francs) à M. **Henri Brölemann** pour ses importants travaux sur les Myriapodes.

Rapport de M. **R. Zeiller** *sur les travaux de M.* Pelourde.

Un deuxième travail, parmi ceux auxquels peut être appliqué le prix Jérôme Ponti, a en outre fixé l'attention de la Commission : son auteur, M. **Fernand Pelourde**, déjà connu de l'Académie par ses études anatomiques sur les Fougères vivantes et fossiles, a entrepris de résumer, pour la *Bibliothèque de Paléontologie* de l'*Encyclopédie scientifique*, les données actuellement acquises concernant la *Paléontologie végétale*. Le Volume publié par lui, et qui doit être suivi de deux autres, est consacré aux Cryptogames cellulaires et aux Cryptogames vasculaires. On sait quel progrès

a fait dans ces dernières années la connaissance des représentants fossiles de ce dernier embranchement, de ceux surtout qui appartiennent à la flore de la période paléozoïque. M. **Pelourde** a donné un exposé remarquablement clair et substantiel, présenté avec beaucoup de méthode, de ce que l'on sait aujourd'hui à leur sujet, s'attachant à mettre en lumière, à l'aide principalement des observations anatomiques, les rapports des types éteints avec les végétaux vivants, ainsi que les relations dont on peut présumer l'existence entre les différentes classes, aujourd'hui nettement séparées, de cet embranchement.

La continuation de l'Ouvrage, dont les Volumes suivants comprendront les Gymnospermes et les Angiospermes, a paru à la Commission offrir un intérêt scientifique assez grand pour mériter à l'auteur l'attribution d'une part de *mille francs* sur le prix Jérôme Ponti.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.



PRIX BORDIN (Sciences naturelles).

(Commissaires : MM. Gautier, A. Lacroix, Barrois, Le Chatelier, Termier, Moureu, De Launay.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX SERRES.

(Commissaires : MM. Bouchard, Perrier, d'Arsonval, Laveran, Delage, Dastre; Henneguy, rapporteur.)

Le domaine de l'Embryologie, qui ne comprenait, il y a un demi-siècle, que l'étude de la formation de l'embryon, s'est aujourd'hui considérablement étendu. Les embryogénistes, dont l'idéal est d'arriver à connaître l'origine des corps organisés et à déterminer les lois de leur évolution, ont été amenés peu à peu à étendre leurs investigations à la structure et au fonctionnement de la cellule, c'est-à-dire de l'unité morphologique et physiologique de la matière vivante. Tous les progrès récents de l'embryogénie comparée sont dus à une connaissance de plus en plus approfondie de la cellule. Aussi les représentants actuels les plus autorisés de l'embryogénie sont en même temps de savants cytologistes et histologistes.

M. A. **Prenant**, professeur d'histologie à la Faculté de Médecine de Paris, est l'un de ces savants; ses nombreux travaux ressortissent les uns à l'Histologie et plus spécialement à la Cytologie, les autres à l'Embryologie.

L'étude de la spermatogenèse chez les Myriapodes, les Gastéropodes pulmonés, les Reptiles, les Mammifères et l'Homme, lui a permis, à côté de faits particuliers, de faire des découvertes d'ordre général : celle du « corpuscule intermédiaire » dont Flemming lui a reconnu la paternité; celle des granulations spéciales, aujourd'hui nommées *mitochondries*, qui existent dans toute cellule. Peu de temps après cette découverte, M. Prenant attirait l'attention de ses élèves, MM. Bouin et Garnier, sur certaines formations chromatiques du protoplasma des cellules glandulaires, dont ils montrèrent l'importance dans les phénomènes de sécrétion, et pour lesquelles ils créèrent l'expression d'*ergastoplasma* ou plasma élaborateur. La ressemblance de l'ergastoplasma des cellules sécrétrices avec le kinoplasma et l'archoplasma des cellules en voie de division suggéra à M. Prenant l'idée de les réunir dans une même entité générale, le « protoplasma supérieur »; c'est un protoplasma morphologiquement distinct du protoplasma ordinaire, fonctionnel, n'apparaissant qu'aux deux grandes périodes de la vie cellulaire, la sécrétion et la division.

Dans toutes ses recherches d'histologie et de cytologie, M. Prenant a été guidé par ce principe directeur que tout détail morphologique est pour ainsi dire un corps sans âme, si l'idée d'une fonction inséparable de la forme ne vient lui donner la vie.

Cette préoccupation histophysiologique domine déjà dans ses travaux sur le corpuscule central ou centrosome, sur le protoplasma supérieur, et se retrouve dans ses recherches de cytologie spéciale sur les cellules ciliées, trachéales et musculaires. Elle l'a également inspiré dans la rédaction de son grand *Traité de Cytologie et d'Histologie*, qu'il a publié en collaboration avec MM. P. Bouin et Maillard. Dans ce magnifique Ouvrage, qui comprend 2176 pages et 1363 figures, pour la plupart originales, chaque description morphologique de tissu ou d'organe est précédée de considérations embryologiques qui montrent à l'histologiste de quelle manière les cellules d'abord indifférentes et les ébauches organiques se différencient peu à peu pour édifier les organes définitifs; chaque Chapitre contient aussi un court préambule d'allure physiologique, où l'élément dominateur du tissu de l'organe est mis en vedette avec la signalétique morphologique que lui vaut sa fonction spécialisée.

Parmi les travaux de M. Prenant, dans lesquels le rapport de la forme à

la fonction tient une place importante et qui apportent de précieuses contributions à la cytophysiologie, il convient de citer également les Leçons spéciales qu'il a publiées sur les mitochondries et l'ergastoplasma, les théories physiques de la mitose, les méthodes et les résultats de la microchimie, la base cellulaire de l'hérédité, les cellules géantes, les cellules musculaires, les appareils ciliés et leurs dérivés. Ces publications, malgré l'abondance des faits personnels, n'ont pas la forme de Mémoires, mais celle de revues critiques où ces faits n'occupent que la place qui leur revient dans l'ensemble. Elles constituent une série de mises au point des questions controversées de la cytologie qui mettent en relief les connaissances générales de l'auteur, son sens critique, la rigueur de ses méthodes et ses idées originales.

Bien qu'il n'ait pas fait de recherches spéciales sur l'embryogenèse, sur les premières phases du développement, M. Prenant a publié un bon *Traité d'Embryologie*. Ses travaux originaux ont porté sur l'organogenèse et l'histogenèse. Étudiant le développement du tube séminifère, il a établi, pour la première fois, cette donnée que ce tube passe, au cours de son évolution, par une phase unitaire où il n'existe qu'une seule sorte d'éléments, et qu'une période de préspermatogenèse précède le spermatogenèse. Dans un autre Mémoire il montra que, chez le Poulet, les tubes séminifères apparaissent par différenciation autonome dans le mésenchyme de la région génitale.

Une autre série de recherches organogéniques a trait au développement de l'appareil branchial. Pour les Mammifères, M. Prenant a établi définitivement la formule exacte des dérivés branchiaux chez l'embryon et, entre autres faits, il a fait connaître la persistance du canal central de l'ébauche du corps ultimo-branchial. Pour les Reptiles, il a également donné la formule branchiale, signalé l'existence de placodes méconnues, et étudié une formation, l'hypocorde, qui, bien que très développée, avait été jusqu'alors ignorée chez ces animaux. Dans plusieurs Mémoires sur l'appareil pinéal des Reptiles, il examina, entre autres questions, celle des yeux pinéaux accessoires dont l'origine est différente et se produit par exemple aussi bien aux dépens de l'épiphyse ou même des plexus choroïdes que du diverticule pariétal ou pinéal lui-même. Enfin nous devons au même savant des études sur l'organogenèse du système nerveux ; l'une sur les rhombomères de l'embryon des Mammifères, l'autre sur l'évolution du canal central de l'épendyme, dont la partie persistante a été déterminée par des criteriums histologiques; et des recherches sur le développement du tube digestif des

Mammifères, ayant trait aux rapports de l'extrémité antérieure de la corde dorsale et aux rapports qu'affectent entre eux les divers organes de l'extrémité caudale (moelle, corde dorsale, intestin post-anal, allantoïde).

Cet exposé sommaire de l'œuvre de M. Prenant serait incomplet si l'on ne tenait compte de l'heureuse influence qu'il a exercée sur les jeunes histologistes et embryologistes qui ont travaillé sous sa direction. Aussi bien à Nancy, où son enseignement pendant de longues années a largement contribué au bon renom de notre Université lorraine, qu'à Paris, où il fut appelé à occuper la chaire d'Histologie, devenue vacante à la mort de Mathias Duval, M. Prenant a su s'entourer de nombreux élèves dont les travaux originaux, effectués avec les méthodes de recherche rigoureuses du maître et inspirés de ses idées originales, ont élargi et complété l'œuvre de ce dernier, qui est devenu un véritable chef d'École dont la réputation est aujourd'hui mondiale.

M. **Prenant** est encore jeune et en pleine activité de production; il y a donc lieu d'espérer qu'il continuera à accroître sa renommée. Votre Commission a pensé que celle-ci était déjà plus que suffisamment établie pour être consacrée par l'attribution du prix Serres, réservé aux savants qui par leurs travaux ont contribué à l'avancement de l'Embryogénie comparée, dont les progrès sont intimement liés à ceux de la Cytologie et de l'Histogenèse.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX JEAN-JACQUES BERGER.

(Commissaires : M. de Freycinet, Darboux, Émile Picard, Carnot, Violle, Tisserand; A. Gautier, rapporteur.)

Le prix, d'une valeur de *quinze mille francs*, est décerné à M. le Marquis **de Vogüé**, Membre de l'Académie française, président de la Croix-Rouge, pour l'Hôpital militaire organisé par l'Institut dans l'Hôtel Thiers.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection com-

plète des Ouvrages de Laplace, qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Les cinq Volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du Système du Monde* et le *Traité des probabilités* sont remis à M. **Sasportès**, sorti premier de l'École Polytechnique et entré, en qualité d'Élève-Ingénieur, à l'École nationale des Mines.

PRIX FONDÉ PAR M. FÉLIX RIVOT.

Conformément aux termes de la donation, le prix Félix Rivot est partagé entre MM. **Sasportès** et **Lévy**, entrés les deux premiers en qualité d'Élève-Ingénieur à l'École nationale des Mines, et MM. **Jeannin** et **Pélissonnier**, entrés les deux premiers au même titre à l'École nationale des Ponts et Chaussées.

FONDS BONAPARTE.

Rapport *de la Commission chargée de proposer pour l'année* 1914 *la répartition du* Fonds Bonaparte.

(Cette Commission, qui comprend le Prince Bonaparte comme membre de droit, se compose cette année de MM. Appell, président de l'Académie; Violle, P. Villard, E. Perrier, L. Guignard, Haller, Adolphe Carnot; G. Darboux, rapporteur.)

La Commission n'a pas eu à examiner moins de soixante demandes de subvention. Elle vous propose d'accorder :

1° Une somme de 2000fr à M. **Pierre Breteau**, docteur ès sciences, pharmacien-major de 1re classe, pour lui permettre de poursuivre ses recherches sur l'emploi du palladium en Analyse et en Chimie organique. La demande de M. Breteau a été examinée et recommandée par notre confrère M. Haller.

2° Une somme égale de 2000fr à M. **Chatton** pour lui donner les moyens de continuer ses intéressantes recherches sur les Péridiniens parasites. Les Péridiniens, qui constituent une bonne part des planctons marins et d'eau douce, étaient considérés jusqu'en 1905 comme des êtres essentiellement libres. Les recherches de M. Chatton, commencées à cette époque, ont modifié complètement ce point de vue et apporté toute une série de découvertes intéressantes et originales que nos confrères MM. Delage, Bouvier et Guignard ont présentées à diverses reprises, et avec de grands éloges, à l'Académie.

3° Une somme de 3000fr à M. **Fr. Croze**, docteur ès sciences, qui désire poursuivre ses travaux sur le phénomène Zeeman dans les spectres de bandes et les spectres de lignes. Les premiers résultats de ces études ont été

publiés dans nos *Comptes rendus* et dans la thèse de doctorat de M. Croze. Pour aller plus loin, M. Croze a besoin d'appareils plus lumineux et plus dispersifs. La subvention de l'Académie l'aidera à poursuivre des travaux qui, d'après l'opinion de notre confrère M. de Gramont, ont beaucoup contribué au progrès de nos connaissances spectroscopiques, et lui permettra d'acquérir un grand réseau concave de 6^m de rayon en même temps qu'un objectif de 16^{cm} d'ouverture.

4° Une somme de 6000^{fr} à M. **Hemsalech**, docteur ès sciences, maître ès sciences de l'Université de Manchester.

Depuis plus de 20 ans, M. Hemsalech poursuit avec succès de très intéressantes recherches de spectroscopie que l'Académie a déjà récompensées en décernant le prix Hébert à ce distingué physicien. La subvention proposée lui permettra de se procurer un transformateur à résonance du type imaginé par MM. Hemsalech et Tissot, en même temps qu'une batterie de condensateurs, et d'accroître ainsi dans une proportion notable, devenue nécessaire, la puissance de son outillage.

5° 2000^{fr} au P. **Laïs**, directeur de l'Observatoire du Vatican. Le P. Laïs est chargé des travaux que son Observatoire s'est engagé à exécuter dans le plan général de la publication de la Carte photographique du Ciel. Il a en ce moment 50 clichés à faire tirer en héliogravure. En additionnant tous les fonds disponibles, il manquerait encore 5000^{fr} pour le tirage des 50 clichés.

La Commission, qui sait tout l'intérêt que l'Académie porte à l'exécution de la Carte du Ciel, propose d'attribuer au P. Laïs la somme de 2000^{fr} indiquée plus haut, sous la condition, proposée spontanément par le P. Laïs, que 100^{fr} seront attribués pour chaque carte et que les cuivres deviendront, après le tirage, la propriété de l'Observatoire de Paris.

6° Une somme de 2000^{fr} à M. **Pellegrin**, assistant au Muséum, pour lui faciliter la poursuite de ses recherches et la continuation de ses publications concernant principalement les Poissons d'Afrique.

M. Pellegrin, qui a bénéficié en 1913 d'une subvention de 2000^{fr}, l'a très utilement employée et a fait déjà paraître de nombreuses Notes ayant trait aux Poissons du lac Victoria, aux Vertébrés des eaux douces du Maroc, à ceux du Sahara, aux Poissons des côtes de Mauritanie, du Niger, de Guinée, etc. Ces études lui ont permis d'envisager la publication d'un

Volume d'ensemble qui sera consacré aux Poissons des eaux douces d'Afrique et, plus particulièrement, à ceux des colonies françaises. Il y a là un intérêt à la fois scientifique et national qui nous paraît amplement justifier notre proposition.

7° 2000^{fr} à M. **Trousset**, docteur ès sciences, assistant à l'Observatoire de Bordeaux, pour l'aider dans ses études relatives à la théorie des petites planètes, dont le nombre s'accroît chaque jour.

Dans sa réunion de Saint-Pétersbourg, l'Association internationale des Académies a donné son patronage à une œuvre internationale ayant pour objet l'étude systématique, et poursuivie méthodiquement, des petites planètes. Grâce à la subvention accordée à M. Trousset, la France prendra une part très honorable à ce travail d'intérêt général.

8° 2000^{fr} à M. **Vigouroux**, professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, pour lui permettre de continuer ses recherches sur le silicium et ses différentes variétés. Ces recherches, dans lesquelles il faut faire usage d'acide fluorhydrique, exigent l'emploi de récipients d'un prix élevé.

9° Une somme de 3000^{fr} à M. **Alluaud**, chargé de missions scientifiques, qui désire continuer la publication, entreprise avec le Dr R. Jeannel, des résultats scientifiques de trois voyages de recherches en Afrique orientale et centrale, plus spécialement sur la faune et la flore des montagnes à neiges éternelles de l'Afrique équatoriale (Kilima-N'djaro, Kenia, Ruwenzori) et de la faune cavernicole de la côte de l'océan Indien. Il reste encore à publier une quinzaine de Mémoires et une douzaine de manuscrits, qui sont prêts pour l'impression.

10° Une somme de 9000^{fr}, à répartir également entre MM. **Pitard**, professeur à l'École de médecine et de pharmacie de Tours, **de Gironcourt**, ingénieur agronome, **Lecointre**, ingénieur chimiste, tous les trois membres de la mission d'études scientifiques du Maroc, organisée par la Société de Géographie.

Cette proposition se justifie d'elle-même et nous n'avons qu'à rappeler à l'Académie les Rapports ultérieurs de la Commission.

11° Une somme de 2000^{fr} à M. **Vasseur**, professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Marseille, qui désire continuer ses fouilles géolo-

giques dans un gisement fossilifère du Lot-et-Garonne. Ce gisement, que M. Vasseur a découvert il y a une vingtaine d'années, appartient au terrain oligocène et présente une richesse exceptionnelle en restes de Vertébrés. Il a commencé à l'explorer dès 1912 et a pu réunir, à la Faculté des Sciences de Marseille, une admirable série paléontologique, comprenant des types de Mammifères nouveaux et des pièces d'une conservation surprenante. C'est pour continuer ces fouilles, qui permettront de compléter certains débris insuffisants appartenant à des espèces nouvelles, que M. Vasseur demande la subvention proposée par votre Commission.

12° Une somme de 3500fr à M. **Mauguin**, docteur ès sciences, chargé du Cours de Minéralogie et de Cristallographie à la Faculté des Sciences de Nancy, pour la continuation de ses intéressants travaux sur les cristaux liquides et les remarquables phénomènes d'orientation que présentent ces corps singuliers quand on les place dans un champ magnétique. Dans cet ordre de recherches, M. Mauguin a obtenu déjà des résultats extrêmement importants, tels, par exemple, que la mise en évidence de l'agitation thermique par les effets optiques dus aux rapides oscillations des molécules autour d'une orientation moyenne, ou encore un cas tout à fait nouveau de dimorphisme résultant d'une action, jusque-là inconnue, du champ magnétique.

La subvention proposée permettra à M. Mauguin de faire construire l'électro-aimant qui lui est indispensable pour la continuation de ses recherches.

13° 2000fr à M. **Anthony**, docteur ès sciences, pour subvenir aux frais qu'entraînent ses recherches sur le déterminisme des caractères morphologiques et l'action des facteurs primaires au cours de l'évolution. Cette subvention permettra à M. Anthony de publier l'Ouvrage où il a l'intention d'exposer les recherches qu'il a poursuivies depuis plus de 15 ans et les conclusions auxquelles il a été conduit.

14° 4000fr à M. **Andoyer**, membre du Bureau des Longitudes, professeur d'Astronomie à la Faculté des Sciences de Paris.

Il y a trois cents ans que Napier a calculé ses premières Tables de logarithmes; après lui, d'autres mathématiciens ont perfectionné ses méthodes de calcul, tant pour les logarithmes des nombres que pour ceux des lignes trigonométriques. Jusqu'à ces dernières années, l'œuvre de ces fondateurs

n'avait pas été surpassée dans son ensemble : elle demeurait limitée aux mêmes approximations, et entachée des mêmes erreurs.

A notre époque, où la précision des mesures exige une précision nouvelle dans les calculs, il y avait un intérêt scientifique de premier ordre à reprendre l'œuvre ancienne, pour l'amener à un plus haut degré de perfection, non dans un intérêt spéculatif, mais en vue des applications. L'insuffisance des Tables à sept ou même à huit décimales, pour les calculs précis de l'Astronomie et de la Géodésie, est connue depuis longtemps; d'autre part, les valeurs naturelles des lignes trigonométriques, abandonnées après l'invention des logarithmes, retrouvent aujourd'hui un emploi général, puisqu'elles sont le mieux appropriées à la pratique toujours grandissante des calculs effectués directement à l'aide de machines.

Pour ces diverses raisons, M. Andoyer a entrepris l'œuvre vraiment colossale de recalculer ces diverses Tables, avec un plus grand nombre de décimales, d'après des méthodes nouvelles et exactes. Cette œuvre fera le plus grand honneur à la Science française.

En 1911, M. Andoyer a publié une Table nouvelle et complète, contenant les logarithmes à quatorze décimales des lignes trigonométriques, de dix en dix secondes sexagésimales, accompagnée de Tables préliminaires d'une précision encore supérieure. Pour cette première œuvre, l'Académie lui a décerné l'un de ses prix.

Après cela, M. Andoyer a commencé l'impression, dans les mêmes conditions, et après achèvement complet du manuscrit, d'un nouveau Volume qui renfermera les valeurs naturelles à quinze décimales des six lignes trigonométriques. Pour achever l'œuvre entreprise, il lui reste à préparer et à publier une nouvelle Table des logarithmes des nombres, travail dont il a déjà dressé le plan et préparé la réalisation. Malheureusement, il lui est impossible, en raison des charges croissantes de son enseignement et de ses fonctions de directeur des calculs au Bureau des Longitudes, d'assurer seul, comme il l'avait fait jusqu'ici, la tâche d'exécuter tous les calculs nécessaires. Il aurait besoin de faire exécuter sous ses yeux les calculs par une personne d'habileté éprouvée; il estime *a priori* qu'une somme de *huit mille francs* serait suffisante, c'est cette somme qu'il demande à l'Académie sur le Fonds Bonaparte.

La Commission est d'avis d'accorder une subvention à M. Andoyer pour mettre sur pied cette Table, à laquelle restera attaché le nom

du Fonds Bonaparte. Comme le travail doit durer environ trois ans, la Commission propose d'allouer cette année une somme de *quatre mille francs.*

15° 4000^{fr} à M. **Bénard** pour lui permettre de reprendre, sur une très grande échelle, ses recherches d'Hydrodynamique expérimentale. Notre confrère, M. Deslandres, a bien voulu mettre à la disposition de M. Bénard, pour ses expériences, la grande pièce d'eau de Meudon. La Commission estime qu'il y a lieu de fournir à M. Bénard les ressources nécessaires pour l'installation en grand des dispositifs d'enregistrement optique qu'il a imaginés au cours de ses recherches antérieures sur ce très intéressant sujet.

16° 2000^{fr} à M. **Chauvenet**, docteur ès sciences, chargé de cours à la Faculté des Sciences de Besançon, pour lui permettre de continuer ses travaux sur le zirconium et les combinaisons complexes de cet élément. M. Chauvenet désire se trouver en mesure d'acheter les matières premières et les appareils permettant de faire des mesures physiques sur les produits obtenus.

17° 2000^{fr} à M. **François Franck**, professeur au Collège de France. Notre collègue nous a indiqué plusieurs sujets de recherche qu'il a en vue. La subvention proposée aurait uniquement pour but de lui permettre de continuer l'étude chronographique du développement de l'embryon, avec examen spécial de la fonction rythmique du cœur.

18° Une somme de 2000^{fr} à M. **Sauvageau**, professeur à l'Université de Bordeaux.

M. Sauvageau a exécuté l'an dernier, sur les Algues marines, une série de recherches qui ont fait l'objet d'un important Mémoire. Divers travaux publiés dans ces derniers temps sur le développement des Laminaires ayant fourni des résultats qui ne concordent pas avec ceux du grand algologue Thuret, il serait très intéressant de reprendre les observations sur ce sujet. C'est pour permettre à M. Sauvageau de se livrer à cette étude que la Commission lui a alloué une somme de 2000^{fr}.

En résumé, la Commission vous propose l'emploi suivant des sommes mises à la disposition de l'Académie par la générosité de notre confrère, le

Prince Bonaparte :

		fr
1.	M. P. Breteau	2000
2.	M. Chatton	2000
3.	M. F. Croze	3000
4.	M. Hemsalech	6000
5.	M. Laïs	2000
6.	M. Pellegrin	2000
7.	M. Trousset	2000
8.	M. Vigouroux	2000
9.	M. Alluaud	3000
10.	M. Pitart M. de Gironcourt M. Lecointre	9000
11.	M. Vasseur	2000
12.	M. Mauguin	3500
13.	M. Anthony	2000
14.	M. Andoyer	4000
15.	M. Bénard	4000
16.	M. Chauvenet	2000
17.	M. François Franck	2000
18.	M. Sauvageau	2000

soit un total de 54500^{fr}.

La Commission avait à sa disposition, outre l'annuité de 50000^{fr} que versera cette année le Prince notre confrère, une somme de 4000^{fr}, portée à la réserve, et une autre somme de 3000^{fr}, restituée par un des bénéficiaires qui n'avait pu accomplir sa mission.

Si nos propositions sont acceptées, il restera donc en réserve une somme de 2500^{fr}.

L'Académie adopte, à l'unanimité des suffrages, les propositions de la Commission.

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

POUR LES ANNÉES 1916, 1917, 1918, 1919 ET 1920 (*)

GÉOMÉTRIE.

PRIX FRANCOEUR (1000fr).

Ce prix *annuel* sera décerné à l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des *Sciences mathématiques pures ou appliquées.*

PRIX BORDIN (3000fr).

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie avait proposé la question suivante pour sujet du prix Bordin à décerner en 1913 : *Perfectionner en quelque point important la théorie arithmétique des formes non quadratiques.*

Aucun Mémoire ne lui étant parvenu, l'Académie remet au concours la même question pour le prix à décerner en 1917.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget : 3000fr.)

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie met au concours, pour l'année 1916, la question suivante :

Appliquer les méthodes d'Henri Poincaré à l'intégration de quelques équations différentielles linéaires, algébriques, choisies parmi les plus simples.

(*) Les concours de 1915 étant clos le 31 décembre 1914, la liste des prix proposés pour 1915, publiée dans le précédent programme, n'a pas été rappelée.

En dehors des Mémoires manuscrits, l'Académie se réserve d'examiner les Ouvrages imprimés qui auront pu être publiés sur cette question.

PRIX PONCELET (2000fr).

Ce prix *annuel*, fondé par Mme Poncelet, est destiné à récompenser *alternativement* l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Une donation spéciale de Mme Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

Le prix Poncelet sera décerné en 1916 à un *Ouvrage sur les Mathématiques pures*.

Voir plus loin pour 1917.

PRIX VAILLANT (4000fr).

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie met au concours, pour l'année 1917, la question suivante :

Déterminer et étudier toutes les surfaces qui peuvent, de deux manières différentes, être engendrées par le déplacement d'une courbe invariable.

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON (700fr).

Ce prix *annuel* est fondé en faveur de « celui qui, au jugement de l'Aca-
» démie, s'en sera rendu le plus digne, *en inventant ou en perfectionnant*
» *des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques ou*
» *des Sciences* ».

PRIX PONCELET (2000^fr^).

Prix *annuel* décerné *alternativement* à un Ouvrage sur les Mathématiques pures ou sur les Mathématiques appliquées.

Voir ci-dessus pour 1916.

Le prix Poncelet sera décerné en 1917 à un *Ouvrage sur les Mathématiques appliquées.*

PRIX BOILEAU (1300^fr^).

Ce prix *triennal* est destiné à récompenser les *recherches sur les mouvements des fluides, jugées suffisantes pour contribuer au progrès de l'Hydraulique.*

A défaut, la rente triennale échue sera donnée, *à titre d'encouragement*, à un savant estimé de l'Académie et choisi parmi ceux qui sont notoirement sans fortune.

L'Académie décernera le prix Boileau, s'il y a lieu, en 1918.

PRIX HENRI DE PARVILLE (1500^fr^).

Ce prix *annuel alternatif*, fondé par *Henri de Parville*, est destiné à récompenser des *travaux originaux de Physique ou de Mécanique.*

Le prix sera attribué en 1916 à des *travaux originaux de Mécanique.*

PRIX FOURNEYRON (1000^fr^).

L'Académie a décidé que, pour l'année 1916, *le prix serait décerné à l'auteur des perfectionnements les plus importants apportés aux moteurs des appareils d'aviation.*

Le prix n'ayant pas été décerné en 1914, l'Académie remet au concours, pour l'année 1917, la question suivante :

Étude théorique et expérimentale de la question des turbines à combustion ou à explosion.

ASTRONOMIE.

PRIX PIERRE GUZMAN (100 000fr).

Mme Vve *Guzman* a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix qui portera le nom de *prix Pierre Guzman*, en souvenir de son fils, et sera décerné à celui qui aura trouvé le moyen de communiquer avec un astre autre que la planète Mars.

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne serait pas décerné tout de suite, la fondatrice a voulu, jusqu'à ce que ce prix fût gagné, que les intérêts du capital, cumulés pendant cinq années, formassent un prix, toujours sous le nom de *Pierre Guzman*, qui serait décerné à un savant français, ou étranger, qui aurait fait faire un progrès important à l'Astronomie.

Le prix *quinquennal*, représenté par les intérêts du capital, sera décerné, s'il y a lieu, en 1920.

PRIX LALANDE (540fr).

Ce prix *annuel* doit être attribué à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile aux progrès de l'Astronomie.

PRIX VALZ (460fr).

Ce prix *annuel* est décerné à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

PRIX G. DE PONTÉCOULANT (700fr).

Ce prix *biennal*, destiné à encourager les recherches de *Mécanique céleste*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1917.

PRIX JANSSEN.

Ce prix *biennal*, qui consiste en une médaille d'or destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique, sera décerné en 1916.

Janssen, dont la carrière a été presque entièrement consacrée aux progrès de l'Astronomie physique, considérant que cette science n'a pas à l'Académie de prix qui lui soit spécialement affecté, a voulu combler cette lacune.

PRIX DAMOISEAU (2000^{fr}).

Prix *triennal*, à sujet variable.

L'Académie donnera ultérieurement un sujet de concours pour l'année 1917.

GÉOGRAPHIE.

PRIX TCHIHATCHEF (3000^{fr}).

Pierre de Tchihatchef a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Dans son testament, de Tchihatchef stipule ce qui suit :

« Les intérêts de cette somme sont destinés à offrir *annuellement une* » *récompense ou un encouragement aux naturalistes de toute nationalité* qui » se seront le plus distingués dans l'exploration du continent asiatique » (ou îles limitrophes), notamment des régions les moins connues et, en » conséquence, à l'exclusion des contrées suivantes : Indes britanniques, » Sibérie proprement dite, Asie Mineure et Syrie, contrées déjà plus ou » moins explorées.

» Les explorations devront avoir pour objet une branche quelconque » des *Sciences naturelles*, *physiques* ou *mathématiques*.

» Seront exclus les travaux ayant rapport aux autres sciences, telles » que : Archéologie, Histoire, Ethnographie, Philologie, etc.

» Il est bien entendu que les travaux récompensés ou encouragés » devront être le fruit d'observations faites sur les lieux mêmes, et non des » œuvres de simple érudition. »

PRIX GAY (1500fr).

Prix annuel à sujet variable.

(Question posée pour l'année 1916.)

Progrès apportés aux instruments et aux méthodes des levés topométriques et topographiques.

(Question posée pour l'année 1917.)

Distribution géographique des plantes tropicales et subtropicales présentant une utilité pratique.

PRIX BINOUX (2000fr).

Ce prix *biennal*, destiné à récompenser l'auteur de travaux sur la *Géographie* ou la *Navigation*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1916.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU (1000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1916 « *au voyageur français* » *ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France* » *ou à la Science* ».

NAVIGATION.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROÎTRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle.

PRIX PLUMEY (4000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser « *l'auteur du perfectionne-*
» *ment des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus*
» *contribué au progrès de la navigation à vapeur* ».

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT (1000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser l'auteur du meilleur Traité ou de la plus utile découverte pour la vulgarisation et l'emploi pratique de l'Électricité.

PRIX HUGHES (2500fr).

Ce prix *annuel*, dû à la libéralité du physicien Hughes, est destiné à récompenser l'auteur d'une découverte ou de travaux qui auront le plus contribué au progrès de la Physique.

PRIX HENRI DE PARVILLE (1500fr).

Ce prix *annuel alternatif*, fondé par Henri de Parville, est destiné à récompenser des *travaux originaux de Physique ou de Mécanique.*

Le prix sera attribué, en 1917, à des *travaux originaux de Physique.*

PRIX GASTON PLANTÉ (3000fr).

Ce prix *biennal* est réservé à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité. L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, en 1917.

PRIX L. LA CAZE (10000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1916, à l'auteur, français ou étranger, des Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Physique. Il ne pourra être partagé.

PRIX KASTNER-BOURSAULT (2000fr).

Ce prix *triennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1916, à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

PRIX VICTOR RAULIN (1500fr).

Prix à cycle variable et à sujets alternatifs (*voir*, page 968, les conditions générales).

Le prix Victor Raulin, qui sera décerné, s'il y a lieu, en 1919, a pour but de faciliter la publication de travaux relatifs à la *Météorologie et Physique du Globe.*

CHIMIE.

PRIX JECKER (10000^{fr}).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser les travaux les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique*.

PRIX CAHOURS (3000^{fr}).

M. Auguste Cahours a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Conformément aux vœux du testateur, les intérêts de cette somme seront distribués *chaque année*, à titre d'encouragement, à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Un prix de 2500^{fr} et une mention de 1500^{fr}.)

Il sera décerné chaque année un prix et une mention aux auteurs qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les récompenses dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce est produite par l'auteur, celui-ci doit indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

PRIX HOUZEAU (700fr).

Ce prix annuel est destiné à récompenser *un jeune chimiste méritant.*

PRIX L. LA CAZE (10000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1916, à l'auteur, français ou étranger, des meilleurs travaux sur la Chimie. Il ne pourra être partagé.

PRIX BERTHELOT (500fr).

Ce prix *quadriennal*, attribué à des recherches de *Synthèse chimique*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1917.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX DELESSE (1400fr).

Ce prix *biennal*, fondé par Mme Vve Delesse, sera décerné, s'il y a lieu, en 1917, à l'auteur, français ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques, ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

PRIX JOSEPH LABBÉ (1000fr).

Ce prix *biennal*, fondé conjointement par la Société des Aciéries de Longwy et par la Société anonyme métallurgique de Gorcy, est destiné à récompenser les auteurs de *Travaux géologiques ou de recherches ayant efficacement contribué à mettre en valeur les richesses minières de la France, de ses colonies et de ses protectorats*, ou, à défaut de titulaire pour l'objet indiqué, à récompenser l'auteur de tout travail fait dans l'intérêt général.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1917.

PRIX VICTOR RAULIN (1500fr).

Prix à cycle variable et à sujets alternatifs (*voir*, page 968, les conditions générales).

Le prix, qui sera décerné, s'il y a lieu, en 1916, a pour but de faciliter la ublication de travaux relatifs à la *Géologie et Paléontologie*.

Le prix, qui sera décerné, s'il y a lieu, en 1917, a pour but de faciliter la publication des travaux relatifs à la *Minéralogie et Pétrographie*.

PRIX FONTANNES (2000fr).

Ce prix *triennal*, attribué *à l'auteur de la meilleure publication paléontologique*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1917.

PRIX JAMES HALL (700fr).

Ce nouveau prix *quinquennal*, fondé par Mme Joséphine Hall Bishop, en souvenir de son père le géologue James Hall qui fut Correspondant de l'Académie, est destiné à récompenser *la meilleure thèse doctorale de Géologie* passée au cours de cette période de cinq ans.

Le prix sera décerné, pour la première fois, en 1917, s'il y a lieu.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES (1600fr).

Ce prix *annuel* est attribué « à l'auteur, français ou étranger, du meil-
» leur ou du plus utile écrit, publié dans le courant de l'année précédente,
» sur tout ou partie de la *Cryptogamie* ».

PRIX MONTAGNE (1500^{fr}).

M. C. Montagne, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie la totalité de ses biens, à charge par elle de distribuer chaque année, sur les arrérages de la fondation, un prix de 1500^{fr} ou deux prix : l'un de 1000^{fr}, l'autre de 500^{fr}, au choix de la *Section de Botanique*, aux auteurs, français ou naturalisés français, de travaux importants ayant pour objet *l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieurs* (Thallophytes et Muscinées).

PRIX DE COINCY (900^{fr}).

M. A.-H. Cornut de Lafontaine de Coincy a légué à l'Académie des Sciences une somme de 30000^{fr}, à charge par elle de fonder un prix *pour être donné chaque année* à l'auteur d'un *Ouvrage de Phanérogamie*, écrit en latin ou en français.

PRIX THORE (200^{fr}).

Ce prix *annuel* est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

Il sera décerné, s'il y a lieu, en 1917, au meilleur travail sur les Cryptogames cellulaires d'Europe.

PRIX JEAN DE RUFZ DE LAVISON (500^{fr}).

Par un acte du 17 juin 1912, M. et Mme de Rufz de Lavison ont fait don à l'Académie des Sciences de *deux cent cinquante francs* de rente française sur l'État, pour fonder un prix de 500^{fr} à distribuer tous les deux ans et *destiné à récompenser des travaux de Physiologie végétale*, en mémoire de leur fils, décédé au Glacier des Étançons (Isère), le 4 juillet 1911.

Ce prix ne pourra être partagé. Il devra, autant que possible, être décerné au cours des années impaires et ne pourra être attribué qu'à un Français.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1917.

PRIX DE LA FONS-MÉLICOCQ (900fr).

Ce prix *triennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1916, « au meilleur » *Ouvrage de Botanique*, manuscrit ou imprimé, *sur le nord de la France*, » c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes*, » *de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne* ».

ÉCONOMIE RURALE.

PRIX BIGOT DE MOROGUES (1700fr).

Ce prix *décennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1923, à l'*Ouvrage qui aura fait faire le plus de progrès à l'Agriculture en France.*

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY (1500fr).

Ce prix *annuel*, fondé par Mlle Letellier pour perpétuer le souvenir de Le Lorgne de Savigny, ancien Membre de l'Institut de France et de l'Institut d'Égypte, *sera employé à aider les jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans vertèbres de l'Égypte et de la Syrie.*

PRIX CUVIER (1500fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser l'auteur de l'Ouvrage le plus remarquable sur la *Paléontologie zoologique*, l'*Anatomie comparée* ou la *Zoologie*.

PRIX DA GAMA MACHADO (1200fr).

Ce prix *triennal*, attribué aux meilleurs Mémoires *sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1918.

PRIX THORE (200fr).

Voir page 959.

Ce prix alternatif sera décerné, s'il y a lieu, en 1916, au meilleur travail *sur les mœurs et l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.*

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Prix de 2500fr, mentions de 1500fr.)

Conformément au testament de M. A. de Montyon, il sera décerné, tous les ans, un ou plusieurs prix aux auteurs des Ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des *découvertes* et *inventions* propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée.*

Si la pièce est produite par l'auteur, celui-ci doit indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

PRIX BARBIER (2000^{fr}).

Ce prix *annuel* est attribué à « l'auteur d'une découverte précieuse dans » les *Sciences chirurgicale*, *médicale*, *pharmaceutique*, et dans la *Botanique* » *ayant rapport à l'art de guérir* ».

PRIX BRÉANT (100 000^{fr}).

M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé » le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes » de ce terrible fléau ».

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix fût gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres, ou ce qui les occasionne.

PRIX GODARD (1000^{fr}).

Ce prix *annuel* sera donné au meilleur Mémoire *sur l'anatomie*, *la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires*.

PRIX DU BARON LARREY (750^{fr}).

Ce prix *annuel* sera décerné à *un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer* pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant *un sujet de Médecine*, *de Chirurgie ou d'Hygiène militaire*.

PRIX BELLION (1400^{fr}).

Ce prix *annuel* sera décerné aux savants « *qui auront écrit des Ouvrages* » *ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à* » *l'amélioration de l'espèce humaine* ».

PRIX MÈGE (10000^fr).

Le Dr Jean-Baptiste Mège a légué à l'Académie « *dix mille francs à donner*
» *en prix à l'auteur qui aura continué et complété son Essai sur les causes qui*
» *ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine, depuis la plus haute anti-*
» *quité jusqu'à nos jours.*

» L'Académie des Sciences pourra disposer en encouragements des inté-
» rêts de cette somme jusqu'à ce qu'elle pense devoir décerner le prix. »

PRIX ARGUT (1200^fr).

Aux termes du testament de Louis-Pierre-Jules Argut, ce prix *biennal* est destiné à récompenser *le savant qui aura fait une découverte guérissant une maladie ne pouvant, jusqu'alors, être traitée que par la Chirurgie et agrandissant ainsi le domaine de la Médecine.*

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1917.

PRIX CHAUSSIER (10000^fr).

Ce prix sera décerné *tous les quatre ans* au meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant cette période quadriennale, *soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique*, et aura contribué à leur avancement.

L'Académie décernera le prix Chaussier en 1919.

PRIX DUSGATE (2500^fr).

Ce prix *quinquennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1920, à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (750fr).

L'Académie décernera *annuellement* ce prix de *Physiologie expérimentale* à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra répondre le mieux aux vues du fondateur.

PRIX PHILIPEAUX (900fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser des travaux de *Physiologie expérimentale.*

PRIX LALLEMAND (1800fr).

Ce prix *annuel* est destiné à « récompenser ou encourager *les travaux relatifs au système nerveux*, dans la plus large acception des mots ».

PRIX POURAT (1000fr).

Prix *annuel* à sujet variable.

L'Académie met au concours, pour l'année 1916, la question suivante :

Des constituants cellulaires qui exercent une influence principale sur la teneur en eau des différents tissus.

PRIX L. LA CAZE (10000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1916, à l'auteur, français ou étranger, du meilleur travail *sur la Physiologie.* Il ne pourra être partagé.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE (1400fr).

Ce prix *biennal,* destiné à récompenser l'auteur d'un Ouvrage *de Physiologie thérapeutique*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1916.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

[Un prix de 1000fr et deux mentions de 500fr.]

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique*, celui qui, à son jugement, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce concours annuel les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à sa connaissance.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX (2000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser l'auteur de travaux sur *l'Histoire des Sciences*.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO.

Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

MÉDAILLE LAVOISIER.

Cette médaille sera décernée par l'Académie, aux époques que son Bureau jugera opportunes et sur sa proposition, aux savants qui auront rendu à la Chimie des services éminents, sans distinction de nationalité.

Dans le cas où les arrérages accumulés dépasseraient le revenu de deux années, le surplus pourrait être attribué, par la Commission administrative, à des recherches ou à des publications originales relatives à la Chimie.

MÉDAILLE BERTHELOT.

Chaque année, sur la proposition de son Bureau, l'Académie décernera un certain nombre de « Médailles Berthelot » aux savants qui auront obtenu, cette année-là, des prix de Chimie; à chaque Médaille sera joint un exemplaire de l'Ouvrage intitulé : *La Synthèse chimique*.

PRIX HENRI BECQUEREL (3000fr).

M. Antoine-Henri Becquerel, en son vivant Membre de l'Institut, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle et à l'École Polytechnique, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs*, par un testament en date du 5 juillet 1905, où il est dit :

« *Je lègue, à l'Académie des Sciences de l'Institut de France, la somme de* CENT MILLE FRANCS, *en mémoire de mon grand-père et de mon père, Membres comme moi de cette Académie. Je lui laisse le soin de décider le meilleur usage qu'elle pourra faire des arrérages de ce capital, soit pour établir* UNE FONDATION *ou* UN PRIX, *soit dans la manière dont elle distribuera périodiquement les arrérages* DANS LE BUT DE FAVORISER LE PROGRÈS DES SCIENCES. »

PRIX GEGNER (3800fr).

Ce prix *annuel* est destiné « à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des Sciences positives ».

PRIX LANNELONGUE (2000fr).

Ce prix *annuel*, fondé par le professeur Lannelongue, Membre de l'Institut, sera donné, *au choix de l'Académie et sur la proposition de sa Commission administrative, à une ou deux personnes au plus, dans l'infortune, appartenant elles-mêmes ou par leur mariage, ou par leurs père et mère, au monde scientifique, et de préférence au milieu scientifique médical.*

PRIX GUSTAVE ROUX (1000fr).

Ce prix *annuel*, fondé par Mme Vve Gustave Roux, en souvenir de son mari, est destiné à récompenser un jeune savant français dont les travaux auront paru remarquables à l'Académie. En aucun cas le prix ne pourra être divisé.

Le titulaire du prix devra, dans le mois qui suivra l'attribution du prix, aller visiter, au cimetière du Montparnasse, la tombe de Gustave Roux.

PRIX TRÉMONT (1100fr).

Ce prix *annuel* est destiné « à aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

PRIX WILDE.

(Un prix de 4000fr ou deux prix de 2000fr.)

M. Henry Wilde a fait donation à l'Académie d'une somme de *cent trente-sept mille cinq cents francs*. Les arrérages de cette somme sont consacrés à la fondation à perpétuité d'un prix *annuel* qui porte le nom de *Prix Wilde*.

L'Académie, aux termes de cette donation, a la faculté de décerner, au lieu d'un seul prix de *quatre mille francs*, deux prix de *deux mille francs* chacun.

Ce prix est décerné chaque année par l'Académie des Sciences, sans distinction de nationalité, à la personne dont la découverte ou l'ouvrage sur l'*Astronomie*, la *Physique*, la *Chimie*, la *Minéralogie*, la *Géologie* ou la *Mécanique expérimentale* aura été jugé par l'Académie le plus digne de

récompense, soit que cette découverte ou cet ouvrage ait été fait dans l'année même, soit qu'il remonte à une autre année antérieure ou postérieure à la donation.

PRIX LONCHAMPT (4000^{fr}).

Ce prix *annuel*, fondé par Irénée Lonchampt, en vertu de son testament olographe du 19 mai 1896, est destiné à récompenser l'auteur du meilleur Mémoire qui sera présenté à l'Académie *sur les maladies de l'homme, des animaux et des plantes, au point de vue plus spécial de l'introduction des substances minérales en excès comme cause de ces maladies.*

PRIX SAINTOUR (3000^{fr}).

Ce prix *annuel* est attribué *alternativement* à des travaux ressortissant à la Division des Sciences mathématiques et à des travaux ressortissant à la Division des Sciences physiques.

Le prix Saintour sera décerné, s'il y a lieu, en 1916, à l'auteur de travaux se rapportant à la Division des Sciences physiques.

PRIX HENRI DE PARVILLE (2500^{fr}).

Ce prix *annuel*, fondé par Henri de Parville, est destiné à récompenser « *l'Ouvrage scientifique qui en paraîtra le plus digne : Livre de Science* » *original* ou *Livre de Vulgarisation scientifique* ».

PRIX VICTOR RAULIN (1500^{fr}).

Prix *annuel* à sujets alternatifs.

Par un acte en date du 14 août 1905, les héritiers de Victor Raulin, en son vivant professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, ont fait don à l'Académie d'une somme de *quinze cents francs* de rente pour fonder un « prix annuel à sujets alternatifs », devant être « attribué à des Français », dans les conditions suivantes :

Le prix Victor Raulin « a pour but de faciliter la publication de travaux » relatifs aux Sciences suivantes : 1° *Géologie et Paléontologie ;* 2° *Minéralogie et Pétrographie ;* 3° *Météorologie et Physique du Globe.*

» Il sera attribué au travail manuscrit, ou imprimé depuis l'attribution du » prix à un travail sur la même branche, qui sera jugé le plus digne, et ne » sera délivré à l'attributaire qu'après la remise par lui à l'Académie d'un » exemplaire imprimé (textes et planches); si le travail primé était manus- » crit au moment de l'attribution du prix, l'édition portera dans son titre » la mention : « *Académie des Sciences. Prix Victor Raulin.* »

» Celle des trois Sciences précitées à laquelle aura trait le travail primé » sera déterminée chaque année par l'Académie, sous la seule condition » que pour chaque période de huit années consécutives, dont la première » commencera à la fondation du prix, quatre prix seront afférents à la » Géologie et deux à chacune des deux autres Sciences. »

Conformément aux conditions de la donation, le cycle variable suivant a été adopté pour la répartition des sujets alternatifs du prix pendant la deuxième période de huit années (1916-1923) :

Le prix de *Géologie et Paléontologie* deviendra *biennal* et sera décerné en 1916, 1918, 1920, 1922.

Le prix de *Minéralogie et Pétrographie* deviendra *quadriennal* et sera décerné en 1917, 1921.

Le prix de *Météorologie et Physique du Globe* deviendra *quadriennal* et sera décerné en 1919, 1923.

PRIX VAILLANT (4000fr).

Prix *biennal* à sujet variable.

L'Académie a mis au concours, pour l'année 1917, la question suivante :

Déterminer et étudier toutes les surfaces qui peuvent, de deux manières différentes, être engendrées par le déplacement d'une courbe invariable.

L'Académie fixera ultérieurement le sujet du prix pour 1919.

PRIX FANNY EMDEN (3000fr).

Par un acte passé à la date du 9 mai 1910, Mlle Juliette de Reinach a fait donation à l'Académie des Sciences d'une somme de *cinquante mille francs*, dont les arrérages doivent servir à fonder un prix *biennal* de *trois mille francs*, portant le nom de « Fondation Fanny Emden », du nom de sa mère

qui de son vivant avait exprimé le désir de fonder, en souvenir de son mari, ce prix *destiné à récompenser le meilleur travail traitant de l'hypnotisme, de la suggestion et, en général, des actions physiologiques qui pourraient être exercées à distance sur l'organisme animal.*

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1917.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget : 3000fr.)

L'Académie met au concours, pour l'année 1917, la question suivante : *Modifications présentées par les Trypanosomes dans le corps des Insectes.*

PRIX LECONTE (50 000fr).

Ce prix doit être donné, *en un seul prix*, *tous les trois ans*, *sans préférence de nationalité* :

1° Aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en *Mathématiques*, *Physique*, *Chimie*, *Histoire naturelle*, *Sciences médicales* ;

2° Aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

L'Académie décernera le prix Leconte, s'il y a lieu, en 1918.

PRIX PETIT D'ORMOY.

(Deux prix de 10 000fr.)

L'Académie a décidé que, sur les fonds produits par le legs Petit d'Ormoy, elle décernera *tous les deux ans* un prix de *dix mille francs* pour *les Sciences mathématiques pures ou appliquées*, et un prix de *dix mille francs* pour *les Sciences naturelles*. Elle décernera les prix Petit d'Ormoy, s'il y a lieu, en 1917.

PRIX PIERSON-PERRIN (5000fr).

Ce prix *biennal*, destiné à récompenser le Français qui aura fait la plus belle découverte dans le domaine de la Mécanique ou de la Physique, sera décerné, s'il y a lieu, en 1917.

PRIX HOULLEVIGUE (5000fr).

Ce prix est décerné à tour de rôle par l'Académie des Sciences et par l'Académie des Beaux-Arts.

L'Académie le décernera, s'il y a lieu, en 1916, dans l'intérêt des Sciences.

PRIX CAMÉRÉ (4000fr).

Ce prix *biennal*, fondé par Mme Vve Caméré, en souvenir et pour perpétuer la mémoire de son mari, ne pourra être donné qu'*à un ingénieur français, qu'il soit ingénieur des Mines, des Ponts et Chaussées, ou ingénieur civil, ayant personnellement conçu, étudié et réalisé un travail quelconque dont l'usage aura entraîné un progrès dans l'art de construire*.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1916.

PRIX JÉROME PONTI (3500fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, en 1916, *à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science*.

PRIX BORDIN (3000fr).

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie met de nouveau au concours, pour l'année 1916, la question suivante, qui avait été proposée pour le concours de l'année 1912 : *Recherches relatives au déterminisme du sexe chez les animaux*.

PRIX PARKIN (3400fr).

Ce prix *triennal* est destiné à récompenser des recherches sur les sujets suivants :

« 1° *Sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus*
» *particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique, dans le*
» *choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies ;*

» 2° *Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies* » *épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle des* » *ouragans et des perturbations atmosphériques anormales.* »

Le testateur stipule :

« 1° Que les recherches devront être écrites en français, en allemand » ou en italien;

» 2° Que l'auteur du meilleur travail publiera ses recherches à ses pro- » pres frais et en présentera un exemplaire à l'Académie dans les trois » mois qui suivront l'attribution du prix;

» Chaque troisième et sixième année, le prix sera décerné à un tra- » vail relatif au premier desdits sujets, et chaque neuvième année à un » travail sur le dernier desdits sujets. »

L'Académie ayant décerné pour la première fois ce prix en 1897, attribuera ce prix triennal, en l'année 1916, *à un travail sur le premier desdits sujets*, conformément au vœu du testateur.

PRIX JEAN REYNAUD (10000^{fr}).

Mme Vve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français, de la somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un *prix annuel* qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre origi- » nale élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.

» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du concours.

» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun » Ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera » délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Jean Reynaud en 1916.

PRIX DU BARON DE JOEST (2000^{fr}).

Ce prix, décerné successivement par les cinq Académies, est attribué à celui qui, dans l'année, *aura fait la découverte ou écrit l'Ouvrage le plus*

utile au bien public. Il sera décerné par l'Académie des Sciences dans sa séance publique de 1916.

PRIX SERRES (7500fr).

Ce prix *triennal*, « *destiné à récompenser des travaux sur l'Embryologie » générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine* », sera décerné en 1917 par l'Académie au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

PRIX ALHUMBERT (1000fr).

Ce prix *quinquennal*, à sujet variable, sera décerné, s'il y a lieu, en 1917.

L'Académie propose la question suivante :

Étude de l'action du champ magnétique sur les liquides cristallins.

PRIX ESTRADE-DELCROS (8000fr).

M. Estrade-Delcros a légué toute sa fortune à l'Institut. Conformément à la volonté du testateur, ce legs a été partagé, par portions égales, entre les cinq classes de l'Institut, pour servir à décerner, *tous les cinq ans*, un prix sur *le sujet que choisira chaque Académie.*

Ce prix ne peut être partagé. Il sera décerné, s'il y a lieu, par l'Académie des Sciences, en 1918.

PRIX DANTON (1500fr).

Ce nouveau prix *quinquennal* est destiné à récompenser les travaux relatifs aux phénomènes radiants.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1918.

PRIX JEAN-JACQUES BERGER (15000fr).

Le prix Jean-Jacques Berger est décerné successivement par les cinq Académies à l'Œuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris ; il sera décerné, s'il y a lieu, par l'Académie des Sciences, en 1919.

Conditions :

— Les concurrents devront justifier de leur qualité de Français.

— Le prix sera toujours décerné intégralement.

— Si le prix n'est pas décerné, des encouragements pourront être accordés.

— Aucun programme n'est imposé : les Œuvres ressortissant à l'Académie décernant le prix seront seules admises au Concours.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Ce prix, qui consiste dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, est décerné, *chaque année*, au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

PRIX FÉLIX RIVOT (2500fr).

Ce prix *annuel* sera partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les nos 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

FONDS BONAPARTE.

Le prince Bonaparte, par une lettre en date du 23 novembre 1911, publiée dans les *Comptes rendus* de la séance du 27 novembre, a déclaré vouloir mettre à la disposition de l'Académie des Sciences, pour l'encouragement des *recherches scientifiques* parmi les travailleurs n'appartenant pas à cette Compagnie, cinq nouvelles annuités de *cinquante mille francs*.

Ces subventions ont exclusivement pour but de provoquer des découvertes en facilitant la tâche de chercheurs qui auraient déjà fait leurs preuves en des travaux originaux et qui manqueraient des ressources suffisantes pour entreprendre ou poursuivre leurs investigations.

L'attribution de l'annuité de 1916 sera faite par l'Académie tout entière, sur le Rapport d'une Commission spéciale, à la date suivante :

15 juillet 1916.

Aucune subvention ne devra être inférieure à deux mille francs.

Conformément aux dispositions arrêtées dans le Comité secret du 2 mars 1908, confirmées et renouvelées dans le Comité secret du 27 novembre 1911, les personnes qui désireraient recevoir une part de ces subventions devront se conformer aux conditions suivantes :

Les demandes de subvention, qui peuvent être présentées par les candidats, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un Membre de l'Académie, devront être adressées à l'Académie, **chaque année, avant le 1er janvier.**

Ces demandes devront contenir un **exposé précis** *des travaux pour lesquels la subvention est demandée et indiquer la somme jugée nécessaire pour les réaliser.*

Les bénéficiaires de subventions devront adresser, dans les 12 mois, à l'Académie un rapport succinct, relatif à la manière dont ils auront employé les ressources mises à leur disposition et aux résultats qu'ils auront obtenus.

Tout bénéficiaire qui n'aurait pas fourni de rapport dans les délais voulus sera exclu du droit de recevoir de nouvelles subventions.

La primeur des découvertes, sous quelque forme que ce soit, sera réservée à l'Académie. La non-observation de cette clause entraînerait pour l'auteur la perte du droit de recevoir de nouvelles subventions.

FONDS LOUTREUIL.

M. Auguste-Tranquille Loutreuil, industriel français et homme de bien, a légué à l'Académie des Sciences, par un testament en date du 15 juillet 1910, une somme de *trois millions cinq cent mille francs*, aux clauses et conditions suivantes :

« 1° Le revenu annuel de cette somme sera consacré à encourager, dans les établissements de haute culture scientifique de Paris et de province (autres que les Universités), ainsi que par les savants et chercheurs libres, indépendants de ces établissements : le progrès des sciences de toute nature; la création et le développement de l'outillage des laboratoires; le développement des collections, bibliothèques et publications savantes; les recherches et les voyages scientifiques; la création de cours d'enseignement, et à permettre de donner des allocations pécuniaires à des savants, attachés ou non à ces établissements, et dont les ressources sont souvent inférieures à leur mérite.

» 2° L'emploi de ce revenu annuel sera décidé par un Conseil composé : du Président en exercice de l'Académie des Sciences, président; de ses deux Secrétaires perpétuels et de trois membres de cette Académie désignés, pour trois ans, l'un par les Sections des Sciences mathématiques, l'autre par les Sections des Sciences naturelles, le troisième par les Académiciens libres. En cas de partage, la voix du président sera prépondérante.

» La décision de ce Conseil sera préparée par un Comité consultatif, composé d'un représentant, élu pour trois ans, du Muséum d'Histoire naturelle, désigné par ses professeurs; du Collège de France, désigné par ses professeurs de sciences; du Conseil central des Observatoires; du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique; de chacune des Écoles vétérinaires d'Alfort, Lyon et Toulouse, choisi par les professeurs de ces écoles; de l'Institut national agronomique, désigné par ses professeurs. Le Président de l'Académie des Sciences pourra ajouter à cette liste des

inventeurs ou savants notoires n'appartenant à aucun établissement, et des représentants d'établissements scientifiques non dénommés ci-dessus. Ce Comité consultatif sera réuni au moins une fois par an par le Président de l'Académie des Sciences. Son avis ne liera pas d'une manière absolue le Conseil défini ci-dessus, qui décidera en s'inspirant des intentions du donateur. »

Les arrérages de la Fondation Loutreuil seront répartis annuellement.

CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les pièces manuscrites ou imprimées destinées aux divers concours de l'Académie des Sciences doivent être directement adressées par les auteurs au Secrétariat de l'Institut (Académie des Sciences), *avec une lettre adressée à M. le Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences*, constatant l'envoi et indiquant le concours pour lequel elles sont présentées.

Les Ouvrages imprimés doivent être envoyés au nombre de trois exemplaires.

Les manuscrits doivent être écrits en français.

Par une mesure générale, l'Académie a décidé que la clôture de tous les concours aura lieu le 31 décembre de l'année qui précède celle où le concours doit être jugé.

Il ne sera tenu aucun compte des demandes ou des écrits envoyés après cette date, alors même que les envois seraient regardés par leurs auteurs comme des additions, ou des compléments, ou des rectifications à un travail qu'ils auraient adressé dans les délais de rigueur.

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages ou Mémoires envoyés aux concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Le même Ouvrage ne pourra pas être présenté, la même année, aux concours de deux Académies de l'Institut.

L'Académie se réserve d'examiner, sans aucune condition de candidature, les titres des savants qui pourraient mériter des prix généraux.

Le montant des sommes annoncées pour les prix n'est donné qu'à titre d'indication subordonnée aux variations du revenu des fondations.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE, s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses*, des *encouragements*, ou des *mentions* n'ont pas droit à ce titre.

Nota. — L'Académie a supprimé, depuis l'année 1902, la formalité qui rendait *obligatoire* l'anonymat pour certains concours, avec dépôt d'un pli cacheté contenant le nom de l'auteur. Cette formalité est devenue *facultative*.

LECTURES.

M. **Alfred Lacroix**, Secrétaire perpétuel, lit l'Éloge historique d'*Auguste Michel-Lévy*, Membre de l'Académie.

G. D. et A. Lx.

TABLEAUX
DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 21 DÉCEMBRE 1914.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1914.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

BOTANIQUE.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PHYSIOLOGIE.

STATISTIQUE.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX PROPOSÉS

pour les années 1916, 1917, 1918, 1919 *et* 1920.

CHIMIE.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

BOTANIQUE.

ÉCONOMIE RURALE.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PHYSIOLOGIE.

STATISTIQUE.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX GÉNÉRAUX.

Fonds Bonaparte.

1916 (5e annuité).

Cinq annuités de *cinquante mille francs* ont été mises, en 1912, à la disposition de l'Académie par le Prince Bonaparte, pour l'encouragement des *recherches scientifiques* parmi les travailleurs n'appartenant pas à cette Compagnie. Ces subventions ont exclusivement pour but de provoquer des découvertes en facilitant la tâche de chercheurs qui auraient déjà fait leurs preuves en des travaux originaux et qui manqueraient des ressources suffisantes pour entreprendre ou poursuivre leurs investigations.

Fonds Loutreuil.

(Revenu annuel : 124000fr.)

Les arrérages de cette nouvelle fondation, due à la libéralité du grand industriel français A. Loutreuil, seront répartis annuellement, dans les conditions spéciales imposées par le testateur, *pour encourager le progrès des Sciences de toute nature.*

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1916, 1917, 1918, 1919 ET 1920.

1916.

GÉOMÉTRIE.

PRIX FRANCŒUR.
GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES. — *Appliquer les méthodes d'Henri Poincaré à l'intégration de quelques équations différentielles linéaires, algébriques, choisies parmi les plus simples.*
PRIX PONCELET.

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON.
PRIX HENRI DE PARVILLE.
PRIX FOURNEYRON. — *Décerné à l'auteur des perfectionnements les plus importants apportés aux moteurs des appareils d'aviation.*

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.
PRIX VALZ.
PRIX JANSSEN.

GÉOGRAPHIE.

PRIX TCHIHATCHEF.
PRIX GAY. — *Progrès apportés aux instruments et méthodes des levés topométriques et topographiques.*
PRIX BINOUX.
PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

NAVIGATION.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS. — Destiné à récompenser tout progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.
PRIX PLUMEY.

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT.
PRIX HUGHES.
PRIX L. LA CAZE.
PRIX KASTNER-BOURSAULT.

CHIMIE.

PRIX JECKER.
PRIX CAHOURS.
PRIX MONTYON. — Arts insalubres.
PRIX HOUZEAU.
PRIX LA CAZE.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX VICTOR RAULIN. — *Géologie et Paléontologie.*

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES.
PRIX MONTAGNE.
PRIX DE COINCY.
PRIX DE LA FONS-MÉLICOCQ.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY.
PRIX CUVIER.
PRIX THORE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.
PRIX BARRIER.
PRIX BRÉANT.
PRIX GODARD.
PRIX DU BARON LARREY.
PRIX BELLION.
PRIX MÈGE.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON.
PRIX PHILIPEAUX.
PRIX LALLEMAND.
PRIX POURAT. — *Des constituants cellulaires qui exercent une influence principale sur la teneur en eau des différents tissus.*
PRIX L. LA CAZE.
PRIX MARTIN-DAMOURETTE.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

HISTOIRE DES SCIENCES.

Prix Binoux.

PRIX GÉNÉRAUX.

Médaille Arago.
Médaille Lavoisier.
Médaille Berthelot.
Prix Henri Becquerel.
Prix Gegner.
Prix Lannelongue.
Prix Gustave Roux.
Prix Tremont.
Prix Wilde.
Prix Lonchampt.
Prix Saintour. — *Sciences physiques.*
Prix Henri de Parville.
Prix Victor Raulin.
Prix Houllevigue.
Prix Caméré.
Prix Jérôme Ponti.

Prix Bordin (Sciences physiques). — *Recherches relatives au déterminisme du sexe chez les animaux.*

Prix Parkin.
Prix Jean Reynaud.
Prix du baron de Joest.
Prix Laplace.
Prix Félix Rivot.

Fonds Bonaparte. — Cinquième annuité de *cinquante mille francs*, mise à la disposition de l'Académie par le prince Bonaparte, pour l'encouragement des *recherches scientifiques* parmi les travailleurs n'appartenant pas à cette Compagnie.

Fonds Loutreuil. — Les arrérages, *cent vingt-quatre mille francs*, de cette nouvelle fondation, due à la libéralité du grand industriel français A. Loutreuil, seront répartis dans les conditions spéciales imposées par le testateur, *pour encourager les progrès des Sciences de toute nature.*

1917.

Prix Bordin (Sciences mathématiques). — *Perfectionner en quelque point important la théorie arithmétique des formes non quadratiques.*

Prix Vaillant. — *Déterminer et étudier toutes les surfaces qui peuvent, de deux manières différentes, être engendrées par le déplacement d'une courbe invariable.*

Prix Poncelet. — *Mécanique.*

Prix Fourneyron. — *Étude théorique et expérimentale de la question des turbines à combustion ou à explosion.*

Prix G. de Pontécoulant. — *Mécanique céleste.*

Prix Damoiseau.

Prix Gay. — *Distribution géographique des plantes tropicales et subtropicales présentant une utilité pratique.*

Prix Henri de Parville. — *Physique.*

Prix Gaston Planté.
Prix Berthelot.
Prix Delesse.
Prix Joseph Labbé.

Prix Victor Raulin. — *Minéralogie et Pétrographie.*

Prix Fontannes.
Prix James Hall.

Prix Jean de Rufz de Lavizon. — *Physiologie végétale.*

Prix Argut.
Prix Vaillant.
Prix Fanny Emden.

Grand Prix des Sciences physiques. — *Modifications présentées par les Trypanosomes dans le corps des Insectes.*

Prix Petit d'Ormoy.
Prix Pierson-Perrin.
Prix Serres.

Prix Alhumbert. — *Étude de l'action du champ magnétique sur les liquides cristallins.*

1918.

Prix Boileau.
Prix da Gama Machado.
Prix Leconte.
Prix Estrade-Delcros.
Prix Danton.

1919.

Prix Victor Raulin. — *Météorologie et Physique du globe.*

Prix Chaussier.
Prix Jean-Jacques Berger.

1920.

Prix Pierre Guzman.
Prix Dusgate.

1925.

Prix Bigot de Morogues.

G. D. et A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances des 28 septembre; 5, 12, 19, 27 octobre; 3 et 9 novembre 1914.

Opusculos e Eparsos, colligidos e coordenados por Jordao de Freitas, e novamente publicados pelo 3° Visconde de Santarem. Lisboa, Imprensa Libanio da Silva, 1910; 2 vol. in-4°.

Specimens of Languages from Southern Nigeria, by Northcote-W. Thomas, M. A., F. R. A. T., etc., government anthropologist. London, Harrison and Sons, 1914; 1 vol. in-4°.

The Institution of Mechanical Engineers established 1847, Proceedings, published by the Institution, Storey's Gate, St James's Park. London, 1914, parts 1-2; 1 vol. in-8°.

Energetica racional con una aplicacion experimental a la formación del diamante sintético, conferencia dada en el Centro de Ingenieria de la Universidad católica de Chile, por Augusto Knudsen. Santiago de Chile, Imprenta universitaria, Bandera, 130, 1914; 1 fasc. in-4°.

Contribucion al estudio de las Ciencias fisicas y mathematicas, por R. Gans. La Plata, 1914; 1 fasc. in-4°.

Verhandelingen rakende den natuurlijken en geopenbaarden Godsdienst, nitgeven door Teyler's Godgeleerd Genootschap. Haarlem, de Erven F. Bohn, 1914; 1 vol. in-4°.

Eter y Materia ó la Verdad descubierta, por Angel Cerrolaza. Santander, Imprenta El Cantabrico, Eugenio Gutierrez, 3, 1914; 1 fasc. in-8°.

Sur l'emploi du soufre en chirurgie et en médecine et sur le champ de bataille, par Rey-Pailhade. Toulouse, Bonnet, 1914; 1 fasc. in-8°.

In memoria del Socio Corrispondente F. Van Tieghem, parole pronunciate nell'adunanza ordinaria del 24 maggio 1914. Venezia; 1 fasc. in-8°.

Conférences sur l'Aviation militaire et navale, par C. Lafon. Paris, Lavauzelle, 1912; 1 fasc. in-8°.

Quelques théorèmes sur la Théorie des Nombres, par A.-J. Stodolkiewicz. Varsovie, Gebethner et Wolff, 1914; 1 fasc. in-8°.

Annales de l'Observatoire de Paris, publiées sous la direction de M. B. Baillaud, Directeur de l'Observatoire. *Mémoires*, t. XXX. Paris, Gauthier-Villars, 1914; 1 vol. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 DÉCEMBRE 1914.

PRÉSIDENCE DE M. P. APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Le principe du minimum de l'énergie d'accélérations et la substitution des liaisons aux forces.* Note de M. **Paul Appell**.

I. Le mouvement d'un système, assujetti à des liaisons quelconques, holonomes ou non, se fait de telle façon qu'à chaque instant t les accélérations rendent minimum la fonction

$$\text{(1)} \qquad R = \frac{1}{2}\Sigma m J^2 - \Sigma FJ \cos \widehat{FJ},$$

où J est l'accélération de la masse m et F la force donnée agissant sur cette masse; la première somme, étendue à tous les points

$$\text{(2)} \qquad S = \frac{1}{2}\Sigma m J^2,$$

constitue l'énergie d'accélérations; la seconde est étendue seulement aux points sur lesquels agissent des forces données ([1]).

II. Mais on peut supprimer cette notion de forces en ajoutant une liaison de plus par le procédé suivant.

([1]) Appell, *Comptes rendus*, t. 129, 11 septembre 1899, p. 459.

Cherchons les déterminations des accélérations J qui rendent minimum l'énergie d'accélération S, sous les conditions imposées par les liaisons, *et sous la condition supplémentaire*

$$\Sigma FJ \cos \widehat{FJ} = \Phi, \tag{3}$$

où Φ est une certaine fonction déterminée, pour le moment inconnue, des positions, des vitesses et du temps. D'après les règles classiques dues à Lagrange, on obtiendra les déterminations des accélérations réalisant ce minimum, en cherchant à réaliser le minimum de la fonction auxiliaire

$$S - \lambda \left[\Sigma FJ \cos \widehat{FJ} - \Phi \right], \tag{4}$$

où λ est un facteur indépendant des J. Une fois les équations écrites, on déterminera Φ de telle façon que $\lambda = 1$. Les équations seront alors les mêmes que celles qu'on obtient en écrivant que R est minimum.

En résumé, la mise en équations de tout problème de dynamique peut se ramener à la recherche des déterminations des accélérations qui rendent minimum l'énergie d'accélérations S, sous les conditions imposées par les liaisons données et par une liaison supplémentaire, du second ordre, de la forme (3).

III. Par exemple, pour un point libre soumis à la force F de projections (X, Y, Z), les équations élémentaires sont

$$mx'' = X, \qquad my'' = Y, \qquad mz'' = Z;$$

on peut les obtenir en cherchant le minimum de

$$S = \frac{1}{2} m (x''^2 + y''^2 + z''^2), \tag{5}$$

sous la condition

$$Xx'' + Yy'' + Zz'' = \Phi. \tag{6}$$

En effet, les équations déterminant les valeurs de x'', y'', z'', qui réalisent ce minimum, sont

$$mx'' = \lambda X, \qquad my'' = \lambda Y, \qquad mz'' = \lambda Z,$$

et en portant dans (6)

$$\lambda (X^2 + Y^2 + Z^2) = m\Phi.$$

Pour que $\lambda = 1$, il faut et il suffit que

$$\Phi = \frac{1}{m}(X^2 + Y^2 + Z^2);$$

la liaison supplémentaire (6) à introduire est alors

$$m(Xx'' + Yy'' + Zz'') - (X^2 + Y^2 + Z^2) = 0, \tag{7}$$

formule qui exprime que $\mathrm{FJ}\cos\widehat{\mathrm{FJ}} = \frac{\mathrm{F}^2}{m}$, ou encore que

$$m\mathrm{J}\cos(\mathrm{F}, \mathrm{J}) = \mathrm{F}.$$

Il pourrait d'ailleurs arriver que cette relation de liaison (7) fût intégrable une ou deux fois, après multiplication par un facteur convenable; la liaison supplémentaire s'exprimerait alors en fonction des positions et des vitesses ou seulement des positions.

Inversement, toute relation linéaire

$$\mathrm{A}x'' + \mathrm{B}y'' + \mathrm{C}z'' - \mathrm{D} = 0,$$

dans laquelle D est différent de zéro, donnée directement ou obtenue en dérivant une relation entre les coordonnées et leurs dérivées premières, remplace, sur un point libre, une force dont les projections sont

$$X = \frac{m\mathrm{DA}}{\mathrm{A}^2 + \mathrm{B}^2 + \mathrm{C}^2}, \qquad Y = \frac{m\mathrm{DB}}{\mathrm{A}^2 + \mathrm{B}^2 + \mathrm{C}^2}, \qquad Z = \frac{m\mathrm{DC}}{\mathrm{A}^2 + \mathrm{B}^2 + \mathrm{C}^2}.$$

IV. Supposons, pour prendre un cas plus général, que S soit une fonction homogène des dérivées secondes $q''_1, q''_2, \ldots, q''_n$ de certains paramètres, les liaisons n'établissant plus aucune relation entre ces dérivées. Alors S est une forme quadratique

$$\mathrm{S} = \frac{1}{2}\Sigma a_{i,j} q''_i q''_j;$$

la quantité

$$\Sigma \mathrm{FJ}\cos\mathrm{FJ} = \Sigma(Xx'' + Yy'' + Zz'')$$

est de la forme

$$Q_1 q''_1 + Q_2 q''_2 + \ldots + Q_n q''_n;$$

les équations du mouvement sont

$$\frac{\partial \mathrm{S}}{\partial q''_\alpha} = Q_\alpha \qquad (\alpha = 1, 2, \ldots, n). \tag{8}$$

De ces équations on tire

$$q''_\alpha = \frac{\partial P}{\partial Q_\alpha},$$

où

$$P = \frac{1}{2} \Sigma A_{ij} Q_i Q_j$$

est la forme quadratique adjointe de S.

Cherchons maintenant les valeurs de q''_1, q''_2, ..., q''_n qui rendent S minimum, sous une condition supplémentaire de la forme

$$Q_1 q''_1 + Q_2 q''_2 + \ldots + Q_n q''_n = \Phi. \tag{9}$$

Nous devrons écrire les nouvelles équations

$$\frac{\partial S}{\partial q''_\alpha} = \lambda Q_\alpha \qquad (\alpha = 1, 2, \ldots, n) \tag{10}$$

jointes à (9). Résolvant ces dernières équations, on en tire

$$q''_\alpha = \lambda \frac{\partial P}{\partial Q_\alpha};$$

puis, en portant dans (9) et appliquant le théorème des fonctions homogènes, on a

$$2\lambda P = \Phi.$$

Pour que $\lambda = 1$, il faut et il suffit que

$$\Phi = 2P = \Sigma A_{ij} Q_i Q_j.$$

La liaison supplémentaire à introduire est donc exprimée par l'équation

$$Q_1 q''_1 + Q_2 q''_2 + \ldots + Q_n q''_n = 2P,$$

qui, dans des cas particuliers, peut être intégrable.

CHIMIE. — *Influence des impuretés gazeuses de l'argent sur les valeurs des poids atomiques déterminées par les méthodes classiques; poids atomiques du chlore et du phosphore.* Note [1] de MM. **Ph.-A. Guye** et **F.-E.-E. Germann.**

I. Les méthodes modernes ont démontré la nécessité de rectifier deux poids atomiques importants : celui de l'azote, abaissé de 14,04 à 14,01,

[1] Séance du 23 novembre 1914.

et celui de l'argent, ramené de 107,93 à 107,88 (valeurs arrondies). L'un de nous a résumé antérieurement ([1]) les conditions dans lesquelles les travaux exécutés à Genève ont contribué à ce double résultat, confirmé à l'heure actuelle par des recherches étendues exécutées dans plusieurs laboratoires.

De nos expériences récentes sur les gaz retenus par l'argent ([2]) nous concluons aujourd'hui que la valeur fournie par les méthodes classiques pour un troisième poids atomique usuel, celui du chlore, doit très probablement aussi être rectifiée et remplacée définitivement par le nombre un peu plus élevé résultant des déterminations modernes; d'autres poids atomiques devront subir des corrections appréciables.

2. Deux remarques générales doivent cependant être formulées avant de développer ces conclusions. La première est relative à l'origine des gaz (CO et H^2O) que nous avons trouvés dans l'argent : d'après les idées modernes sur la constitution électronique des atomes, il se pourrait que ces gaz n'existent pas comme tels dans l'argent métallique ou l'iode en présence, mais se forment seulement aux dépens de quelques électrons dégagés pendant la réaction entre les deux corps. Nous ne retiendrons pas cette interprétation à laquelle on pourra revenir après étude des propriétés électroniques des gaz dégagés, et nous admettrons simplement le point de vue usuel d'après lequel, vu les précautions prises pour enlever toute trace de gaz dans l'iode, les gaz dont nous avons constaté la présence préexistent bien dans l'argent avant l'attaque de ce métal par l'iode à chaud; qu'ils y soient physiquement dissous ou combinés à l'état d'oxyde hydraté ou de composé métallique carbonylé, cela n'a pas d'importance pour le sujet de la présente Note.

Notre seconde remarque concerne la portée de nos expériences : il va de soi que nos résultats ne sont absolus que pour les échantillons d'argent examinés par nous; ils ne peuvent donc servir à corriger rigoureusement les déterminations antérieures de poids atomiques rapportées à d'autres échantillons d'argent. Des corrections définitives ne pourraient être faites qu'en opérant sur des échantillons de même provenance que ceux utilisés pour les déterminations de poids atomiques en question ou, à défaut, sur de nouveaux échantillons préparés dans des conditions aussi identiques que possible; ce travail ne peut être mené à bien que dans les laboratoires où ont été effectuées les déterminations antérieures. De là résulte que les nombres transcrits dans la présente Note ne peuvent avoir qu'une valeur provisoire et démonstrative;

([1]) PH.-A. GUYE, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXIII, 1905, p. 1. — GUYE et GAZARIAN, *Comptes rendus*, t. 143, 1906, p. 411. — GUYE, *Mém. Soc. Ph. et Hist. nat. Genève*, t. XXXV, 1908, p. 548; *J. Ch. phys.*, t. X, 1912, p. 145; *Zeits. für anorg. Chem.*, t. LXIV, 1909, p. 1, et *Arch. Sc. ph. nat. Genève*, 4e série, t. XXVII, 1909, p. 557.

([2]) GUYE et GERMANN, *Comptes rendus*, t. 159, 1914, p. 154 et 225.

si nous les publions néanmoins, c'est pour faire mieux comprendre la nécessité d'apporter sans retard les corrections nécessaires aux très nombreuses déterminations de poids atomiques rapportées à l'argent.

3. Les travaux récents de l'école américaine sur la revision du poids atomique de l'argent ([1]) ont donné les résultats suivants pour O = 16 :

I...... 107,880 (Richards et Forbes) pour N = 14,008
II..... 107,881 (Richards, Köthner et Tiede) pour H = 1,0076
III.... 107,847 à 107,850 (Baxter et Tilley)
IV.... 107,871 (Richards et Willard)
V..... 107,883 (Staehler et Richards)

Malgré toutes les précautions prises, ces moyennes, comparées à celles des autres travaux de Harvard, sont beaucoup moins concordantes entre elles que ne le sont généralement les différentes moyennes d'un même rapport atomique au cours d'une même série de recherches. Ce défaut de concordance s'explique par le fait que les différents échantillons d'argent préparés à Harvard, *fondus simplement dans une atmosphère d'hydrogène*, contenaient vraisemblablement des quantités *variables* de gaz ([2]), puisque l'échantillon étudié par nous, *purifié par barbotage d'hydrogène dans le métal fondu*, retenait encore un poids appréciable de gaz, soit 42 millioniémes. Par suite, le poids atomique de l'argent, qu'on regarde à Harvard comme compris entre 107,880 et 107,870 (soit 107,875), devrait être abaissé de 42 millioniémes (soit de 0,0045), ce qui le ramènerait à un nombre très voisin de 107,870. Tous les rapports atomiques directs avec l'argent devraient être diminués dans la même proportion de 42 millioniémes. Cette correction paraît négligeable dans la plupart des cas. Nous allons montrer au contraire qu'en raison du caractère très indirect des méthodes classiques, elle modifie fréquemment la seconde décimale des poids atomiques usuels; on n'a pas le droit d'en faire abstraction, cette décimale étant donnée par la Table internationale pour une trentaine de poids atomiques.

4. Les principaux poids atomiques usuels, réputés parmi les mieux déterminés, qui devront subir des corrections du fait des impuretés

([1]) Sur la discussion de ces valeurs, voir *J. Ch. phys.*, t. VIII, 1910, p. 456, et t. II, 1913, p. 279, où l'on trouvera aussi la bibliographie nécessaire.

([2]) La présence de gaz dans l'argent abaisserait légèrement les valeurs I, II, V et relèverait la valeur IV.

gazeuses contenues dans l'argent purifié, sont : (*a*) le poids atomique de l'argent, pour autant qu'il est directement proportionnel à celui de l'oxygène; (*b*) ceux des halogènes déterminés par le rapport X : Ag, où X = Cl ou Br ou I; (*c*) ceux des métaux ou métalloïdes M, déterminés par un rapport à un sel halogéné simple ou double, $MX^n : n Ag$ ou bien $MX^n A : n Ag$, où A est un poids atomique connu.

Nous montrerons, dans un Mémoire détaillé, que si l'on désigne par α le poids de gaz contenu dans 1g d'argent purifié, les *poids atomiques corrigés*, en fonction des *valeurs classiques usuelles*, sont donnés par les relations suivantes :

$$\text{(1)} \qquad \text{Ag (corr.)} = \text{Ag}(1-\alpha) = \text{Ag} - \alpha\,\text{Ag},$$

$$\text{(2)} \qquad \text{X (corr.)} = \text{X} + \alpha\,\text{Ag},$$

$$\text{(3)} \qquad \text{M (corr.)} = \text{M} - (\alpha\,\text{MX}^n + n\alpha\,\text{Ag}),$$

$$\text{(4)} \qquad \text{M (corr.)} = \text{M} - (\alpha\,\text{MAX}^n + \Delta\text{A} + n\alpha\,\text{Ag}),$$

dans lesquelles le second terme du second membre exprime la correction à apporter à chaque poids atomique classique; le terme ΔA de l'expression (4) représente l'erreur commise du fait des gaz occlus, sur le poids atomique A déjà connu.

Dans le Tableau suivant, on a reproduit les valeurs numériques des corrections obtenues en appliquant ces formules à quelques poids atomiques fréquemment employés; la correction

$$\alpha\,\text{Ag} = 0,000042 \times 107,88 = 0,0045.$$

Rapports atomiques considérés.	Poids atomiques arrondis.	Correction absolue.	Correction relative (arrondie).
Cl : Ag..........	Cl = 35,5	+0,005	+1/7100
Br : Ag.........	Br = 80	+0,005	+1/16000
I : Ag...........	I = 127	+0,005	+1/25400
$PCl^3 : 3Ag$......	P = 31	−0,021	−1/1480
LiCl : Ag.......	Li = 7	−0,007	−1/1000
KCl : Ag........	K = 39	−0,008	−1/4880
NaCl : Ag.......	Na = 23	−0,008	−1/2900
$SrCl^2 : 2Ag$......	Sr = 87,5	−0,017	−1/5100
KBr : Ag........	K = 39	−0,010	−1/3900
$SrBr^2 : 2Ag$.....	Sr = 87,5	−0,020	1/4380
$BaBr^2 : 2Ag$.....	Ba = 137	−0,022	−1/6200
$SnCl^4 : 4Ag$.....	Sn = 118	−0,031	−1/3800
$PtKrCl^6 : 6Ag$...	Pt = 195	−0,040	−1/4880

Si les corrections sont très faibles pour le brome et l'iode, elles sont, dans la plupart des autres cas, de l'ordre de 1 à 2, exceptionnellement de 3 et 4 unités de la seconde décimale; à ce titre, elles ne sont donc pas négligeables. Quelques-unes d'entre elles appellent diverses remarques.

5. Si l'on admet pour l'argent le nombre Ag = 107,875, les belles déterminations, faites à Harvard, du rapport Ag : Cl conduisent, pour le chlore, au nombre Cl = 35,455, qui, corrigé des gaz occlus dans l'argent, devient Cl = 35,455 + 0,005 = 35,460; ce nombre se confond pratiquement avec la moyenne Cl = 35,461 des cinq méthodes modernes [1], beaucoup plus directes et comportant neuf relations indépendantes pour fixer la valeur du poids atomique de cet élément; ainsi disparaîtrait un désaccord sur l'origine duquel on ne pouvait formuler que des hypothèses, en même temps que se justifie l'adoption du nombre moderne Cl = 35,461.

Le cas du phosphore est particulièrement intéressant; il fait ressortir le caractère illusoire de la précision des déterminations très remarquables qui ont été faites du rapport $PCl^3 : 3Ag$; bien qu'on ait réalisé une concordance de l'ordre du $\frac{1}{10000}$ entre les déterminations individuelles [2], la présence, dans l'argent, de $\frac{4}{100000}$ de gaz suffit pour fausser le poids atomique du phosphore de $\frac{1}{1500}$ de sa valeur! On est donc fondé, selon nous, à remplacer le nombre P = 31,028, ainsi déterminé, par le nombre P = 31,028 − 0,021 = 31,007 ou 31,01, qui tient compte des gaz occlus dans l'argent et de la valeur moderne du poids atomique du chlore.

Malgré les avertissements réitérés résultant des travaux modernes [3], plusieurs expérimentateurs se laissent séduire chaque année par la simplicité et la précision apparente des déterminations de rapports atomiques entre l'argent et les sels halogénés, méconnaissant ainsi que la précision d'une constante, mesurée par le produit de plusieurs facteurs, tend vers zéro lorsque le nombre de ces facteurs augmente. Ils auront à l'avenir à faire la preuve que le poids de gaz retenu par l'argent est négligeable, ou à déterminer, dans chaque cas, la correction à apporter de ce fait à leurs déterminations.

---

(1) Sur la comparaison des résultats des méthodes classiques et modernes, en ce qui concerne le poids atomique du chlore, voir GUYE, *J. Ch. phys.*, t. XI, 1913, p. 275.

(2) BAXTER et MOORE, *J. am. chem. Soc.*, t. XXXIV, 1912, p. 1656.

(3) *Journ. Chim. phys.*, t. XI, 1913, p. 311 à 317.

M. A. Verschaffel adresse à l'Académie le Tome XIII des *Observations* de l'Observatoire d'Abbadia : *Observations faites au cercle méridien en* 1913, par MM. Verschaffel, Lahourcade, J. Sorreguieta, Exposito, Larrégieu, Candau, publiées par M. l'abbé Verschaffel, Directeur de l'Observatoire.

M. E. Vallier fait hommage à l'Académie, par l'organe de M. *P. Appell*, d'un fascicule de l'édition française de l'*Encyclopédie des Sciences mathématiques : Balistique extérieure*, exposé d'après l'article allemand de C. Cranz (Charlottenburg).

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre qui devra occuper, dans la *Commission de Contrôle de la Circulation monétaire*, la place vacante par l'expiration des pouvoirs de M. *A. Haller*.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 34,

M. A. Haller réunit la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Études des gîtes minéraux de la France. Bassin de la Basse-Loire*, par M. E. Bureau. Fascicule II : *Description des flores fossiles*. Texte et Atlas.

2° *Deuxième expédition antarctique française* (1908-1910), commandée par le Dr Jean Charcot. Sciences naturelles; documents scientifiques : *Crustacés parasites; Ptérobranches; Annélides polychètes;* par M. Ch. Gravier. (Présenté par M. Ed. Perrier.)

MM. Bordas, Delépine, E. Maurel, A. Verschaffel adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE. — *Éclipse de Soleil : résultats.* Note de M. **F. Gonnessiat**, présentée par M. Baillaud.

I. L'éclipse de Soleil du 21 août dernier a été photographiée à l'Observatoire d'Alger avec l'équatorial de $3^m,4$ de distance focale.

L'ouverture avait été réduite à $0^m,15$. On opérait avec un obturateur à fente de $2^{mm},5$. Les circonstances n'ont permis de disposer que de plaques Lumière violettes que leur grande sensibilité et leur manque de finesse ne recommandent guère pour la photographie solaire. On a obtenu 29 clichés utilisables, sur lesquels on a imprimé le réseau Gautier servant aux mesures. La valeur d'une partie du réseau a été déduite, par une correction de réfraction et d'aberration, des mesures effectuées sur les clichés du catalogue. L'orientation du réseau a été fournie par des clichés spéciaux pris sur des étoiles ; de ce côté, il existe évidemment quelque incertitude, car il manque un dispositif spécial qui assure une position invariable à la plaque dans le châssis du réseau et dans le châssis d'exposition.

J'ai fait application aux mesures ainsi obtenues des formules publiées récemment (*Comptes rendus*, 14 décembre 1914). Malheureusement, la détermination des coordonnées x et y des cornes n'a donné que des résultats peu satisfaisants : la diffraction et surtout l'irradiation ont causé une déformation des pointes qui, restant la même pour les deux, paraît variable avec l'orientation de l'échancrure. D'ailleurs, les pointés n'ayant pu le plus souvent se faire que sur un bord, la position du centre est restée par là assez incertaine. On s'est donc rabattu sur la mesure de la corde commune et de son angle de position (trois clichés sensiblement désorientés ont été écartés en ce qui concerne cette seconde donnée).

Comme point de départ des calculs, on a adopté les éléments suivants : ascension droite et déclinaison prises dans la *Connaissance des Temps*, avec corrections préalables pour la Lune de $-2^s,40$ et $+16'',0$ respectivement; à l'unité de distance : demi-diamètre du Soleil $15'59'',6$, de la Lune $15'32''8$; parallaxe lunaire $57'2'',7$. Il a paru oiseux de tenir compte dans les calculs de la correction de parallaxe.

Des 29 équations de condition relatives à la corde, on ne peut tirer d'autres résultats que ceux-ci :

$$\partial\xi = 1,05\,\partial(D + D') + 12'',6 \pm 0'',54,$$
$$\partial\eta = 1,25\,\partial(D + D') - 1'',9 \pm 0'',51.$$

Erreur moyenne.................... $\varepsilon_0 = \pm 1'',3$

Les 27 équations pour l'angle de position donnent :

$$\partial\xi = 9'',8 \pm 0'',76; \qquad \partial\eta = -5,6 \pm 0'',87; \qquad \varepsilon_0 = \pm 1'',5.$$

Enfin l'ensemble des équations conduit aux valeurs

$$\partial(D + D') = -2'',9 \pm 0'',7,$$

$$\partial\xi = 0.83\,\partial(D + D') + 12''.1 \pm 0'',4 = +9'',7 \pm 0,7 \qquad (\text{séc}\,\delta = 1,025),$$

$$\partial\eta = 1,02\,\partial(D + D') - 2'',6 \pm 0'',4 = -5'',6 \pm 0,8.$$

Au total, en négligeant la réduction au lieu géocentrique, on trouve que la position de la Lune rapportée au Soleil doit recevoir les corrections suivantes :

$$\partial(\alpha' - \alpha) = -1^s,74 \pm 0^s,05; \qquad \partial(\delta' - \delta) = +10'',4 \pm 0'',8.$$

La correction de la somme des demi-diamètres apparents est d'accord avec les résultats tirés de l'observation de la plupart des éclipses.

Il est maintenant possible, à l'aide des corrections ci-dessus, de calculer l'instant des contacts. Faisant

$$T_1 = 23^h 43^m 14^s + \partial T_1, \qquad T_2 = 1^h 51^m 53^s + \partial T_2 \qquad (\text{T. m. P.}),$$

on obtient pour équations de condition au premier et au dernier contact respectivement

$$-0,223\,\partial\xi + 0,975\,\partial\eta - \partial(D + D') - 0'',32\,\partial T_1 + 5'',7 = 0,$$

$$+0,999\,\partial\xi - 0,037\,\partial\eta - \partial(D + D') + 0'',33\,\partial T_2 - 13'',9 = 0,$$

d'où l'on tire

$$\partial T_1 = 3^s,1[+0,5 - 0,20\,\partial(D + D')] = +3^s \pm 1,4,$$

$$\partial T_2 = 3^s,0[+1,7 + 0,21\,\partial(D + D')] = +3^s \pm 1,4.$$

Nous plaçons en regard des instants calculés les temps notés par les observateurs dans les mêmes conditions que pour le passage de Mercure (voir *Comptes rendus*, 26 novembre 1914, p. 711).

	T_1.	T_2.
	h m s	h m s
Calcul	23.43.17	1.51.56
Gonnessiat	43.16	51.54
Renaux	43. 7	51.56
Baldet	43. 7	51.57

L'accord est satisfaisant, d'autant plus qu'il est bien connu que l'observation du phénomène comporte une incertitude assez grande en rapport avec les dimensions des instruments.

II. Je désire revenir sur les résultats de l'éclipse du 30 août 1905. J'ai

appliqué les nouvelles formules à la discussion des mesures de la corde commune faites sur les clichés obtenus par M. Villatte à l'Observatoire d'Alger; j'obtiens

$$\partial\xi' = \partial\xi - 0,461\,\partial\eta = 0,07\,\partial D' + 6'',6 \pm 0'',4.$$
$$\partial D' + 0,92\,\partial D = -1'',0 \pm 0'',3.$$

Portant la première de ces corrections dans les équations relatives aux contacts, avec les heures notées par MM. Stéphan et Borrelly, à Guelma, on trouve les relations

(I) $-0'',39\,\partial T_1 - \partial(D' + D) - 0'',6 = 0,$

(II) $-0,41\,\partial T_2 - \partial(D' - D) + 0,5 = 0,$

(III) $+0,41\,\partial T_3 - \partial(D' - D) - 4,6 = 0,$

(IV) $+0,46\,\partial T_4 - \partial(D' + D) - 5,6 = 0.$

On admet généralement que le premier contact est observé trop tard et le dernier trop tôt; dans cette hypothèse, les équations (I) et (IV) ne sont pas incompatibles. Mais en ce qui concerne le commencement et la fin de la totalité, cette incertitude ne paraît pas à craindre, et les équations (II) et (III) se concilient difficilement. Je me borne à signaler qu'une erreur de 6ˢ sur la longitude ferait disparaître tout désaccord. On obtiendrait alors

$$\partial(D + D') = -3'',1, \qquad \partial(D - D') = -2'',1,$$

valeurs très admissibles, si l'on réfléchit que c'est le moindre diamètre du contour irrégulier de la Lune qui entre ici en ligne de compte.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intervention des formules de Riemann, Stokes, Green dans les extensions du théorème d'Abel.* Note de M. **A. Buhl**, présentée par M. Émile Picard.

Dans mon Mémoire *Sur la formule de Stokes dans l'hyperespace* (*Annales de la Faculté de Toulouse*, 1911), j'ai montré que le théorème de Cauchy-Poincaré, relatif aux intégrales doubles à deux variables complexes x et y, revenait à la formule de Riemann

$$\iint_S \left(\frac{\partial N}{\partial x} - \frac{\partial M}{\partial y}\right) dx\,dy = \int_\sigma M\,dx + N\,dy \tag{1}$$

convenablement interprétée dans l'espace à quatre dimensions. S est un

continuum à deux dimensions, déformable dans cet hyperespace en conservant le contour invariable σ.

De même, l'ordinaire formule de Green à trois variables peut conserver un sens lorsque celles-ci deviennent complexes et donne, dans l'espace à six dimensions, un théorème analogue au précédent pour les fonctions de trois variables complexes. Et ainsi de suite. Je n'insiste pas davantage sur ces considérations préliminaires qui ne conduisent pas à des résultats essentiellement nouveaux.

Prenons plutôt la formule de Stokes ordinaire qui, *pouvant se déduire de* (1) *par un changement de variables*, garde aussi un sens lorsqu'on imaginarise les variables. Elle peut s'écrire

$$(2) \qquad \int\int_{\Gamma} \begin{vmatrix} f_x & f_y & f_z \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ P & Q & R \end{vmatrix} \frac{dx\,dy}{f_z} = \int_{\gamma} P\,dx + Q\,dy + R\,dz$$

si

$$(3) \qquad f(x, y, z) = 0.$$

Soient P, Q, R rationnels en x, y, z et (3) algébrique; on peut déjà remarquer que l'intégrale double de (2) a, tout naturellement, une forme appropriée à sa propre étude, à cause du diviseur f_z qu'elle contient. Mais il semble, en outre, que la formule (2) puisse servir à rassembler systématiquement beaucoup de résultats et acquérir une importance aussi grande dans le cas des variables complexes que dans celui des variables réelles. Dans le *Journal de Mathématiques* (1889), M. G. Humbert (p. 118 et 130) et M. E. Picard (p. 156 et suiv.) ont montré l'extrême analogie présentée, sur les surfaces algébriques, par les intégrales doubles et les intégrales de différentielles totales; bien que le second membre de (2) ne soit pas fonction d'un point analytique, mais fonction de la frontière γ, il se laisse manier tout aussi aisément et bien des considérations relatives aux intégrales doubles attachées à une surface algébrique se ramèneront, par la formule (2), à d'autres considérations relatives à des intégrales simples. Soient, par exemple, deux faisceaux de surfaces algébriques

$$(4) \qquad A(x, y, z) + \lambda B(x, y, z) = 0, \qquad C(x, y, z) + \mu D(x, y, z) = 0$$

telles que (3) et (4) définissent m points (x_i, y_i, z_i) variables avec (λ, μ). Quand (λ, μ) décrit un certain continuum E, de contour e, le point (x_i, y_i, z_i) en décrit un autre T_i de contour γ_i. Si P_i désigne $P(x_i, y_i, z_i)$,

le trinome

$$P_i\,dx_i + Q_i\,dy_i + R_i\,dz_i$$

peut s'écrire

$$\left(P_i\frac{\partial x_i}{\partial \lambda} + Q_i\frac{\partial y_i}{\partial \lambda} + R_i\frac{\partial z_i}{\partial \lambda}\right)\partial\lambda + \left(P_i\frac{\partial x_i}{\partial \mu} + Q_i\frac{\partial y_i}{\partial \mu} + R_i\frac{\partial z_i}{\partial \mu}\right)d\mu.$$

Si l'on donne à i les valeurs $1, 2, \ldots, m$, la somme de ces dernières expressions est fonction symétrique des points analytiques (x_i, y_i, z_i); elle est donc fonction rationnelle de λ et μ et l'on aboutit à une égalité telle que

$$(5)\qquad \sum_{i=1}^{i=m}\int P_i\,dx_i + Q_i\,dy_i + R_i\,dz_i = \int_c L\,d\lambda + M\,d\mu.$$

Si au lieu de raisonner sur le second membre de (2) on avait raisonné sur le premier, on aurait eu

$$(6)\qquad \sum_{i=1}^{i=m}\int\int \Delta(x_i, y_i, z_i)\,\frac{dx_i\,dy_i}{f_{z_i}} = \int\int_E \left(\frac{\partial M}{\partial \lambda} - \frac{\partial L}{\partial \mu}\right) d\lambda\,d\mu,$$

Δ désignant, pour abréger, le déterminant symbolique écrit dans (2). La formule (6) est encore due à M. Picard (*Fonctions algébriques de deux variables*, t. I, p. 190), la méthode précédente ne faisant que préciser la forme du second membre; mais ce qui est intéressant, c'est surtout la correspondance de (5) et (6) *en vertu de la formule de Stokes*. Dans mes Mémoires publiés aux *Annales de la Faculté de Toulouse*, j'ai étudié des extensions de la formule de Stokes; toutes subsistent quand on imaginarise les variables et permettraient l'étude de théorèmes abéliens relatifs à des intégrales multiples étendues à des variétés à k dimensions au moyen d'intégrales d'ordre moindre étendues à des variétés frontières.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces de genres* 1 *triples, douées d'un nombre fini de points de diramation.* Note de M. **Lucien Godeaux**, présentée par M. Émile Picard.

Soit Φ une surface de genres $1\,(p_a = P_4 = 1)$, triple, douée d'un nombre fini de points de diramation, c'est-à-dire une surface image d'une involution d'ordre 3, n'ayant qu'un nombre fini de points de coïncidence, appartenant à une surface algébrique F. On sait que F est une surface de

Picard ($p_a = -1$, $p_g = P_4 = 1$) ou une surface de genres 1 ($p_a = P_4 = 1$). Le premier cas a été examiné par MM. Enriques et Severi (*Acta mathematica*, 1909). Dans le second cas, nous avons montré que la surface Φ (supposée normale) possède six points de diramation qui sont six points doubles biplanaires ordinaires (*Annales de l'École Normale*, 1914). Nous avons recherché quelles sont les conditions nécessaires et suffisantes pour que la surface Φ, possédant six points doubles biplanaires ordinaires, soit l'image d'une involution d'ordre 3, appartenant à une surface F de genres 1 ($p_a = P_4 = 1$).

Désignons par $|\Gamma|$ le système des sections hyperplanes de Φ (supposée normale) par Γ_{11}, Γ_{12}; Γ_{21}, Γ_{22}; ...; Γ_{61}, Γ_{62} les six couples de courbes rationnelles équivalentes, au point de vue des transformations birationnelles, aux six points doubles biplanaires de Φ. On démontre qu'il existe sur Φ, deux systèmes $|\Gamma_{01}|$, $|\Gamma_{02}|$ tels que

$$3\Gamma_{01} + 2(\Gamma_{11} + \Gamma_{21} + \ldots + \Gamma_{61}) + (\Gamma_{12} + \Gamma_{22} + \ldots + \Gamma_{62}) \equiv 3\Gamma,$$
$$3\Gamma_{02} + (\Gamma_{11} + \Gamma_{21} + \ldots + \Gamma_{61}) + 2(\Gamma_{12} + \Gamma_{22} + \ldots + \Gamma_{62}) \equiv 3\Gamma.$$

Soit π le genre des sections hyperplanes Γ de Φ; on sait alors que Φ, étant normale, est située dans un espace linéaire à π dimensions. Parmi les variétés cubiques de cet S_π, il y en a, passant par les six points doubles de Φ, qui osculent Φ le long de chacune des courbes Γ_{01}, Γ_{02}. Si nous désignons par

$$\varphi_1(x_1, x_2, x_3, \ldots, x_\pi) = 0, \qquad \varphi_2 = 0, \qquad \ldots, \qquad \varphi_{\pi-2} = 0$$

les équations de Φ (en coordonnées cartésiennes), par

$$f(x_1, x_2, \ldots, x_\pi) = 0$$

l'équation d'une variété cubique osculant Φ le long d'une courbe Γ_{01} (ou Γ_{02}), les équations

$$\varphi_1 = 0, \qquad \varphi_2 = 0, \qquad \ldots, \qquad \varphi_{\pi 2} = 0, \qquad x_{\pi+1}^3 = f$$

représentent une surface qu'on démontre être de genres 1.

L'existence de l'un des systèmes $|\Gamma_{01}|$, $|\Gamma_{02}|$ est donc nécessaire et suffisante.

De même, on démontre que, si Ψ est une surface normale de genres 0 et de bigenre 1 ($p_a = P_3 = 0$, $P_2 = 1$) possédant trois points doubles biplanaires ordinaires, pour que cette surface représente une involution d'ordre 3 appartenant à une surface de genres 0 et de bigenre 1, il faut

et il suffit qu'il existe, sur Ψ, un des systèmes $|C_{01}|$, $|C_{02}|$ tels que

$$3C_{01} + 2(C_{11} + C_{21} + C_{31}) + (C_{12} + C_{22} + C_{32}) \equiv 3C,$$
$$3C_{02} + (C_{11} + C_{21} + C_{31}) + 2(C_{12} + C_{22} + C_{32}) \equiv 3C,$$

$|C|$ étant le système des sections hyperplanes de Ψ; C_{11}, C_{12}; C_{21}, C_{22}; C_{31}, C_{32} les trois couples de courbes rationnelles équivalentes aux trois points doubles biplanaires de cette surface.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Détermination des indices d'iode Hülb en liqueurs alcooliques. Indices d'iode des huiles essentielles.* Note de M. **R. Marcille**, présentée par M. L. Maquenne.

Malgré les nombreux travaux qu'a déjà suscités la détermination de l'indice d'iode par la méthode de Hülb, l'action de la lumière durant le dosage n'a pas encore été signalée comme cause nettement influençante.

Si l'effet de cet agent est peu sensible lorsqu'on opère sans utiliser l'alcool comme dissolvant des corps à essayer, il devient dans le cas contraire nettement marqué.

Ce dernier mode de procéder est, en particulier, celui employé pour la détermination de l'indice d'iode des huiles essentielles, donnée qui constitue la base de l'appréciation de la teneur en essences des liqueurs alcooliques.

Certaines législations du temps présent ayant réglementé la vente de quelques-unes de ces boissons, en spécifiant même leur teneur maxima en essences [1], on comprend l'importance d'un procédé de dosage exact de ces composés, puisque des résultats obtenus peuvent dépendre des poursuites correctionnelles.

Ayant eu à pratiquer de ces analyses, nous avons eu la surprise, en utilisant la technique indiquée dans les *méthodes officielles* pour l'analyse des denrées alimentaires, et en tenant compte des observations déjà présentées sur ce dosage par M. A. Auguet [2], d'obtenir, pour une même solution d'essence d'anis de Russie, des indices variant d'un jour à l'autre entre 0,8

[1] Un décret tunisien, en date du 25 août 1914, interdit dans la Régence la vente de l'absinthe, de l'anisette, des eaux-de-vie anisées, mais tolère la liqueur d'anisette renfermant au maximum 27° d'alcool, $0^g,9$ par litre d'essence d'anis et au minimum 300^g de sucre.

[2] *Annales des Falsifications*, 1913, p. 385.

et 2,0, alors que l'indice mentionné dans les *méthodes officielles* est de 1,391.

Après divers essais, nous avons été conduit à noter l'importance que présentait dans ce dosage le titre alcoolique des solutions et la luminosité durant le temps de contact de la liqueur d'iode.

Voici, résumées en un Tableau, nos observations :

Nombre de centimètres cubes de solution d'hyposulfite de sodium $\frac{N}{5}$ *ajoutés aux essais pour la fixation de l'iode resté libre.*

Contenu des flacons.	Contact opéré		
	en chambre noire.	en lumière atténuée.	en lumière vive.
Témoins alcool 95°	50,0	49,1	46,1
» 80°	49,7		
» 50°	49,0	47,6	38,5
» 40°	48,6		
Essence d'anis (100mg), solution à 95°	39,4	37,0	33,4
» » 50°	39,0	33,4	25,4
Essence de térébenthine (80mg), solution à 95°	29,9		29,6
» » 50°	27,8	27,6	27,3
Distillat d'absinthe (50cm³) ramené à 50°	38,4	33,0	26,3

On en déduit les indices d'iode suivants :

Iode fixé par gramme d'essence (par litre, pour l'absinthe).

Nature des essences.	Contact opéré		
	en chambre noire.	en lumière atténuée.	en lumière vive.
Essence d'anis, solution à 95°	1,35	1,54	1,62
» » 50°	1,27	1,80	1,67
Essence de térébenthine, solution à 95°	3,19		2,67
» » 50°	3,36	3,18	1,78
Liqueur d'absinthe, marque GP	2,7	3,7	3,1

La base prise pour le calcul de ces indices fut naturellement le témoin de même degré alcoolique ; mais, lorsque cette prescription n'est pas exactement suivie, il en résulte de notables divergences dont il est facile de se rendre compte. C'est ainsi que, pour l'essence d'anis, si dans l'essai en solution à 95° on prenait pour base le témoin à 50°, et inversement, les indices deviendraient alors en lumière atténuée 1,35 et 2,0, et en lumière

vive 0,605 et 2,68. Cependant, même en tenant compte de cette observation, des différences pouvant atteindre 15 pour 100 n'en existent pas moins entre les indices d'iode d'une même essence, suivant le titre alcoolique des solutions.

Il convient donc, quand on veut déterminer le titre en essence d'une liqueur, de prendre pour terme de comparaison l'indice d'une solution type de même degré alcoolique.

Le titre de 50°, sous un volume de 100^{cm^3}, nous a paru le plus convenable.

L'influence de la luminosité durant le dosage est également manifeste; les différences qu'elle apporte dans la détermination de ces indices sont considérables, atteignant parfois 40 pour 100, avec la particularité de ne pas se manifester toujours dans le même sens suivant les essences.

Les chiffres marqués obtenus en *lumière vive* proviennent d'essais effectués fin octobre, les flacons ayant été laissés durant les trois heures de contact dans une petite cour à l'abri du soleil, mais soumis à l'action de sa réverbération.

Ce ne sont pas là sans doute les conditions de la pratique; mais lorsqu'on opère ces dosages en été, dans les pays où la lumière possède une action actinique très puissante comme en Afrique du Nord, une luminosité approchante peut fort bien exister à l'intérieur de certaines pièces des laboratoires.

La conséquence qui se déduit de ces constatations, c'est qu'il est nécessaire d'effectuer ces dosages en chambre noire, en prenant même le soin de soustraire les flacons à l'action de la lumière artificielle éclairant la pièce, dès l'addition de la liqueur d'iode.

Grâce seulement à ces mesures, nous avons pu obtenir des résultats satisfaisants dans ces dosages.

Ajoutons que la température possède aussi une action non négligeable, influençant plus encore les témoins que les solutions d'essences, de sorte que, finalement, les indices d'iode varient en sens inverse de la température.

Nous avons ainsi trouvé pour l'essence d'anis un indice de 1°,21 à 25° et de 1°,35 à 15°.

En résumé, la détermination de l'indice d'iode des huiles essentielles réclame les précautions suivantes :

1° Emploi d'un volume de solution alcoolique uniforme et de même degré dans tous les essais, par exemple 100^{cm^3} de solution à 50°.

2° Addition de la solution chloro-iodomercurique (30^{cm^3}) en chambre noire et maintien des flacons dans l'obscurité durant la durée du contact.

Pour les dosages précis, effectuer toujours simultanément, à la même température, un essai avec une liqueur d'essence type, la teneur en essence de cet essai devant se rapprocher de celle du produit dont on détermine le titre.

GÉOLOGIE. — *Les coulées diabasiques de l'Afrique occidentale française.* Note de M. **Henry Hubert.**

Par leur extension exceptionnelle, par les actions qu'elles ont exercées sur les autres formations, enfin par le cachet spécial qu'elles impriment au paysage, les roches basiques sont certainement celles qui sont les plus typiques en Guinée française. On trouve leurs affleurements : (*a*) en altitude depuis la cote 58, dans le lit de la Kolenté, jusqu'aux environs de la cote 1450, au sommet du mont Linsan; (*b*) en surface, depuis le Kakoulima jusque dans le Mandingue, sur plus de 600^{km} en ligne droite (elles dépassent les limites de la Guinée française, bien que ce soit dans cette colonie qu'elles aient leur maximum d'extension). Sauf au Kakoulima, constitué par des gabbros et des péridotites, presque tous les affleurements visités sont constitués par des diabases. Toutes ces roches ont été étudiées antérieurement, au point de vue pétrographique, par M. A. Lacroix [1]; il n'y a donc pas à revenir ici sur leurs caractères.

Ces diabases se rencontrent surtout sous forme de coulées : la plus vaste semble être celle du Balan qui paraît s'étendre sur plusieurs dizaines de kilomètres; les plus belles sont celles de Didi et de Bougourou, dont les prismes dépassent 200^m de hauteur; enfin la plus importante masse de coulées paraît être aux environs de Mamou.

Ces coulées sont étalées sur les terrains les plus divers. A l'est de Timbo, entre la gare de Beauvois et le kilomètre 469, elles reposent sur les gneiss ou granites [2]. Dans le Bouré, le Siéké, le Balan, elles s'étalent sur des

(1) A. Lacroix, *Comptes rendus*, t. 140, p. 410; *Les syénites néphéliniques de l'archipel de Los*, p. 108 et suiv.

(2) Ces coulées, en particulier celles du mont Ouroussa, ont été décrites précédemment comme lambeaux de grès durs et de quartzites (J. Chautard, *Étude géophysique et géologique sur le Fouta-Djalon*, p. 69).

schistes micacés, sauf à Bougourou, où elles reposent sur des micaschistes. Dans la région de Mali, on les trouve sur des quartzites (plus récentes que les schistes micacés) et surtout au nord-est de cette dernière région, superposées aux brèches, aux conglomérats et en partie aux grès, formations les plus récentes de la contrée.

Si l'on en juge par la puissance des sédiments recouverts, on voit que les éruptions se sont prolongées pendant une période fort étendue. Mais l'intensité volcanique a été fort variable et parfois nulle à certaines époques, puisque la sédimentation a pu se poursuivre longuement entre l'épanchement de deux coulées successives. C'est ainsi que du lit de la Gambie (360^m) au poste de Mali (1450^m), on ne rencontre pas moins de douze coulées superposées, intercalées presque exclusivement entre des couches de quartzites dont certaines atteignent jusqu'à 100^m d'épaisseur.

Il n'est pas possible, en l'absence de documents paléontologiques, de situer l'âge des éruptions. Les plus récentes sont cependant contemporaines des grès inférieurs du Tambaoura, probablement dévoniens.

L'intercalation des coulées de diabases au milieu de toutes les autres formations rend très délicat l'établissement de la Carte géologique de la Guinée et des régions voisines. C'est ce qui explique que l'essai de carte géologique de la Guinée, au $\frac{1}{1000000}$, est de beaucoup le moins avancé de tous ceux qui se rapportent aux colonies de l'Afrique occidentale que j'ai étudiées : lorsque, plus tard, toutes les coulées diabasiques seront figurées au milieu des schistes et des quartzites, elles y formeront une véritable dentelle.

Au point de vue tectonique, je rapporterai l'allure ondulée des quartzites entre la Kolenté et la gare de Linsan à la mise en place postérieure des diabases auxquelles elles sont superposées, mais qui, un peu plus loin, vers Mamou, les dominent. Il en est de même dans la haute Gambie et la haute Falémé, mais l'influence des diabases est plus nette.

Des actions métamorphiques sont localisées à proximité des contacts. Sur quelques mètres, ou sur beaucoup moins, les diabases passent à un type microlitique, tandis que les quartzites, d'un gris foncé, deviennent le plus souvent vert clair. En lames minces, la diabase présente, à partir du contact, une série de bandes parallèles, caractérisées par la grandeur des éléments et en particulier par celle de lamelles de biotite.

Les autres éléments du premier temps sont le labrador et le diallage, souvent automorphes (ce dernier parfois entouré d'une couronne de produits ferrugineux et cerclé de biotite). Les microlites sont représentés

par les mêmes éléments auxquels s'ajoute de la magnétite et du verre. Les quartzites sont très cristallins. Lorsqu'ils étaient formés de lits de quartz et de biotite, ils n'ont subi que de légères modifications (un peu d'épidote et de zoïsite). Lorsqu'ils étaient riches en calcite, une petite partie de celle-ci subsiste (macle b^1). Mais l'abondance de l'épidote est exceptionnelle : c'est elle qui donne sa couleur verte à la partie voisine du contact. Enfin, dans les cassures de la roche peuvent se développer des cristaux de grossulaire.

L'action des diabases sur les grès est plus réduite. Moins plastiques que les quartzites, ils n'ont pas été ondulés, mais présentent des cassures onduleuses dans lesquelles se sont individualisés de petits filonnets quartzeux et parfois de véritables géodes. Ils se sont enrichis en silice.

En dehors de la Guinée et des régions voisines du Haut-Sénégal et Niger, les coulées diabasiques se rencontrent en plusieurs points de l'Afrique occidentale. On peut les diviser en deux groupes :

1° Celles de Tindirima et de Timé (Côte d'Ivoire) se rattachent géographiquement au centre éruptif de la Guinée. Elles reposent sur les orthogneiss.

2° Celles d'Ouossou, de Kossindawa (Côte d'Ivoire), de Koho, de Pilimpicou et de Boussouma (Haut-Sénégal et Niger), bien que fort éloignées les unes des autres, se trouvent localisées dans une *même* zone géologique et la jalonnent, dans sa plus grande partie, sur 900^{km}. Elles reposent sur les schistes micacés.

Les diabases sont encore abondantes dans un grand nombre d'autres points; mais, dans l'ensemble des territoires de l'Afrique occidentale, je n'ai observé de coulées que dans les régions signalées au cours de cette Note. J'insiste sur ce qu'elles y sont géologiquement groupées.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les derniers tremblements de terre de Thèbes.* Note de M. **D. Eginitis**, présentée par M. Bigourdan.

Le 17 octobre 1914, vers 8^h du matin, un grand tremblement de terre a ébranlé presque toute la Grèce; il a été extrêmement fort dans la Grèce orientale et principalement en Béotie, où il a ruiné la ville de Thèbes et plusieurs villages de cette province.

C'est la quatrième fois, dans l'espace des 62 dernières années, que la ville de Thèbes fut dévastée par les sismes. Depuis le grand tremblement de

terre du mois d'août 1853, qui a ruiné cette ville et presque complètement anéanti sa partie nord, tué plusieurs personnes et fort endommagé aussi les habitations de Chalcis, Atalante et Thespies, elle a déjà subi encore une catastrophe sismique au mois de mars 1893; en outre, le dernier grand sisme de la Locride (avril 1894), qui a ruiné la ville d'Atalante, a dévasté aussi celle de Thèbes.

En général, la partie orientale de la Grèce continentale, comprenant la Béotie, la Locride, la Phocide et la Phthiotide, forme une région extrêmement éprouvée par les sismes. Dès l'antiquité elle a subi bien des catastrophes sismiques. Strabon (IV, 14) mentionne les sismes historiques de cette partie de la Grèce : « *La Béotie, dit-il, étant remplie de creux et cavernes, produit de grands sismes.* »

Les fréquents et violents tremblements de terre de cette zone, suivis parfois d'ouvertures de longues failles importantes parallèles au rivage (sisme d'Atalante du 20 avril 1893), paraissent continuer les grands phénomènes géologiques qui, au commencement du Quaternaire ou à la fin du Tertiaire, ont séparé l'île d'Eubée de la Grèce continentale et formé le golfe d'Eubée.

Pourtant, quant à Thèbes, on doit noter que ni son dernier grand sisme, ni les deux précédents (1853 et 1893) n'ont causé la moindre dislocation de cette nature; aucune crevasse, aucun affaissement et aucun effondrement du sol n'ont été actuellement observés nulle part dans cette région. En 1853, des blocs de pierre volumineux furent détachés du Ptoon et de quelques autres montagnes près de Thèbes.

Mais, tandis que la Béotie est si fréquemment et si violemment éprouvée par les sismes, sa voisine, l'Attique, est une des parties les plus *stables* de la Grèce. Depuis la plus haute antiquité, elle n'a jamais eu à souffrir de tremblements de terre désastreux ou très forts; on n'y a jamais enregistré de chutes ou de dégâts sérieux d'édifices quelconques. Les anciens monuments d'Athènes, le Parthénon, le Temple de Thésée, les colonnes du Temple de Jupiter, etc., qui sont encore debout, prouvent à l'évidence la *stabilité* du sol de l'Attique. Les secousses relativement fortes, qu'on y a quelquefois senties, provenaient d'épicentres situés en dehors de l'Attique, en très grande partie de la Béotie et de la Locride.

Cependant, sur les cartes sismiques, Athènes est ordinairement signalé comme un foyer sismique très important *pour le nombre* de ses secousses; mais il suffit d'ajouter, pour expliquer ce paradoxe, qu'en réalité, ce n'est qu'un *épicentre apparent*, dont les secousses, ordinairement très faibles, et bien rarement sensibles à l'observation *directe*, sont de petits chocs ondulatoires venant du dehors et enregistrés par les instruments sensibles de l'Observatoire.

Le dernier phénomène fut enregistré par nos deux sismographes de l'Observatoire d'Athènes, dont l'un est un pendule conique bifilaire Mainka (masse 136^{kg}) et l'autre un pendule vertical Agamemnone (masse 200^{kg}). Malheureusement la première secousse a été si forte, que le pendule Mainka en fut déréglé et n'a donné que la phase P (commencement : $6^h22^m38^s$ t. m. c. de Greenwich) et le commencement de la phase L, $4^s,5$ après.

Voici l'analyse du sismogramme Agamemnone avec les symboles adoptés actuellement :

17 *novembre* 1914.

Phase.	Heure (t. m. c. Gr.).	Période.	Amplitude. A_{NE}.	Amplitude. A_{NW}.
	h m s		mm	
P	6.22.40	»	6	»
L	6.22.43	»	72	28^{mm}
M	6.22.55	3^s	85	63
C	6.23.43	»	24	5
F	6.30.25	»	»	»

Cette première forte secousse n'a été précédée d'aucune autre; mais elle fut suivie d'un très grand nombre de chocs plus ou moins grands. Le même jour on a observé encore deux secousses violentes, dont l'une était de même intensité que la première ci-dessus. Voici les éléments de ces deux secousses d'après les indications de notre sismographe Mainka :

17 *novembre* 1914.

Phases.	Heure (t. m. c. Gr.).	Période.	Amplitude. A_{NE} (1).	Amplitude. A_{NW}.
	h m s			mm
P	10.42.10	»	»	22
L	10.42.14,5	»	»	38
M	10.42.21	2^s	»	60
C	10.43.14	4	»	20
F	10.53.22	»	»	»
			mm	m
P	13.20.18	»	16	5
L	13.20.22,5	2	48	23
M	13.20.22,5	2	48	23
F	12.29. 9	»	»	»

A Athènes, la première de ces trois fortes secousses était *ondulatoire* et

(1) La plume de la composante NE n'a pas fonctionné.

accompagnée d'un *bruit souterrain;* elle avait une *force* de 6 (échelle : Rossi-Forel), une *durée* de 15 secondes et une *direction* NW. Elle n'a produit que quelques dégâts insignifiants dans quelques maisons; au Pirée, quoique plus éloigné de l'épicentre, les résultats ont été plus sérieux. C'est, d'ailleurs, le cas ordinaire; les tremblements de terre en général sont, par suite de la constitution du sol, plus sensibles près du rivage qu'à Athènes même; le dernier grand sisme d'Atalante aussi, qui n'a endommagé aucun édifice d'Athènes, a produit quelques dégâts assez sérieux aux habitations du Phalère.

La *distance épicentrale* d'Athènes, calculée d'après la durée ($4^s,5$) de la première phase préliminaire, non seulement de la première grande secousse, mais aussi de celles des deux autres du 17 novembre 1914, est de 45^{km}; l'*épicentre* se trouve donc à environ 6^{km} au sud-est de Thèbes. Cette distance épicentrale coïncide aussi avec celle qui résulte de la position de l'épicentre, déduite de nos courbes isosistes, établies, avec les observations *directes*, bien nombreuses, envoyées à l'Observatoire de divers points de la Grèce par nos observateurs.

A Thèbes, la première secousse, qui a ruiné plusieurs maisons (20) et rendu inhabitables toutes les autres, avait une *force* de 9, une *direction* SN et une *durée* de 20-25 secondes; elle était accompagnée d'un *bruit souterrain*. En outre, le sisme a fortement endommagé et, en partie, ruiné les villages environnants : Spaïdes, Erimocastron, Dramsi, Dritza, Vagia, Palacopanagia, Saint-Théodores, Pyri, Syrtzi, Vratzi, Néochorion. De même, les villes de Chalcis et Atalante ont subi quelques dégâts, ainsi que le village Larymne de la Locride.

La zone épicentrale, déduite de nos isosistes, a la forme d'une ellipse assez vaste, dont le grand axe, de direction EW, a une longueur de 50^{km}; le petit axe est de 30^{km}. Elle comprend presque toute la province de Thèbes, qui a subi partout à peu près les mêmes grands dégâts.

Outre les très nombreuses faibles secousses, qui ont suivi jusqu'ici les trois violentes du premier jour, les forts chocs aussi n'ont pas encore cessé à Thèbes; le 2 décembre on en a senti encore un qui a causé la chute de quelques maisons. Jusqu'au milieu de décembre, les sismographes de l'Observatoire ont enregistré environ 500 secousses venant du même épicentre, près de Thèbes; parmi ces secousses, 126 appartiennent au premier jour et 45 au deuxième.

La *longue durée* est un des caractères des sismes de cette région de la Grèce. Les secousses, qui ont commencé le 18 août 1853, ont continué plus

ou moins fortes jusqu'au mois de février 1854, soit pendant 6 mois; la période sismique, qui a commencé à Thèbes au mois de janvier 1892, avec des secousses faibles pendant sa première partie et très fortes ou destructives depuis le mois de mars 1893, a duré jusqu'au milieu de l'année 1893, soit pendant environ 17 mois. De même, le grand sisme de la Phocide du 1er août 1870 est caractérisé par la très longue durée, d'environ 3 ans, des secousses qui l'ont suivi.

SPÉLÉOLOGIE. — *Sur Mammoth Cave (Kentucky).* Note de M. **E.-M. Martel**, présentée par M. L. De Launay.

Au début d'octobre 1912, j'ai passé 3 jours à Mammoth Cave (Kentucky) dont la bibliographie a été récemment donnée par Hovey et Call (*Spelunca*, n° 73, septembre 1913). Cette caverne, la plus grande du monde, a été jusqu'à présent l'objet d'incertitudes et d'erreurs résultant de l'opposition faite par les propriétaires à la publication de tout relevé topographique un peu précis.

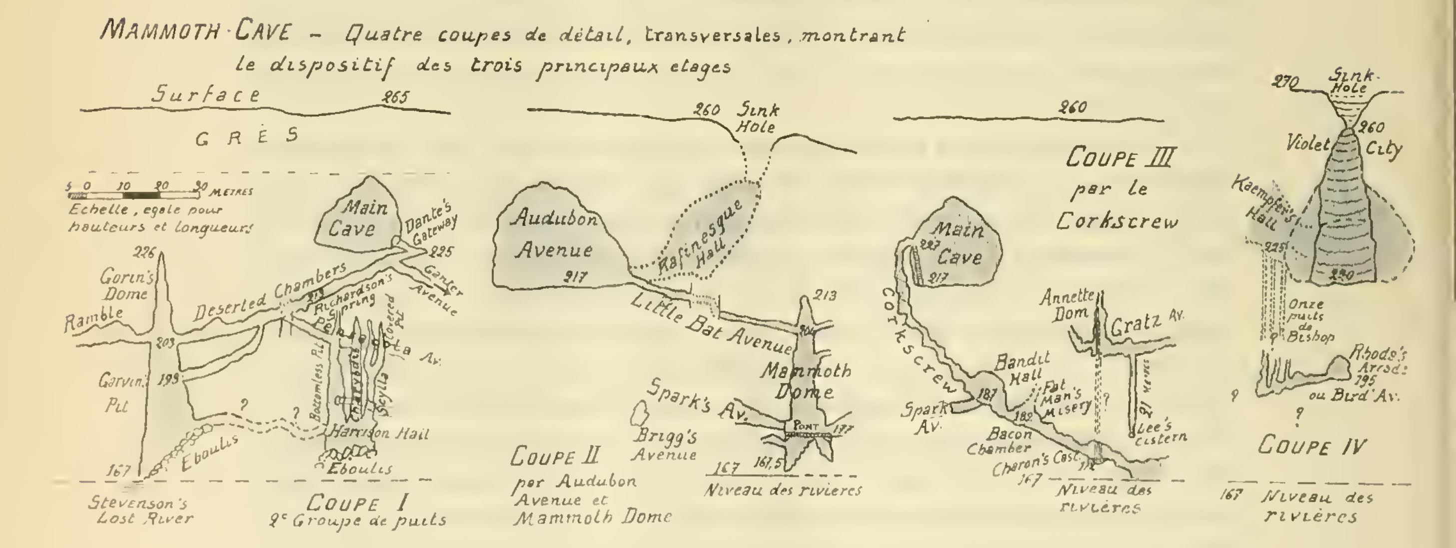
Il m'a été permis d'effectuer pour la première fois des observations barométriques qui ont fixé les altitudes relatives des divers étages; ainsi j'ai pu construire un essai de coupe synthétique générale (voir *Spelunca*, n° 74, décembre 1913) faisant connaître le réel dispositif de Mammoth Cave et expliquant sa formation. L'ensemble comprend : 1° une grande galerie supérieure, *Main Cave*, cours parfaitement caractérisé d'une ancienne rivière souterraine, aujourd'hui tarie, dont le radier est de 210^{m} à 225^{m} d'altitude en moyenne, et la voûte la plus élevée à 260^{m} (Violet City), à moins d'une dizaine de mètres du sol extérieur; plusieurs embranchements sont bloqués par de gros éboulis de grès provenant des *Sink-holes* (effondrements) de la surface; 2° entre 170^{m} et 210^{m} à 225^{m}, toute une série de galeries extrêmement complexes et de puits verticaux, dont aucun ne dépasse 60^{m} de profondeur totale, et qui relient ces galeries entre elles ainsi qu'avec les niveaux 1 et 3; 3° le niveau inférieur des rivières actuelles, à 167^{m} d'altitude, fonctionnant sous l'étroite dépendance du drainage de la Green River (à 164^{m}) et même des infiltrations de celle-ci en temps de crue.

Le courant primitif de Mammoth Cave s'est donc abaissé d'environ 60^{m}. L'écoulement souterrain actuel est beaucoup moins important que l'ancien.

L'issue de Main Cave était autrefois multiple, en forme de delta souter-

rain, dont plusieurs branches ont été reconnues et sont bloquées par des *Sink-holes*.

Les gouffres (Domes and Pits), juxtaposés en 4 ou 5 groupes de 6 à 12 chacun, ne sont que de grands abîmes intérieurs, pratiqués, dans des zones particulièrement fissurées du calcaire (subcarbonifère dinantien de Saint-Louis), aux dépens des diaclases préexistantes verticales élargies par les tourbillons d'eaux descendantes; ils ont drainé les étages supérieurs horizontaux, allongés surtout dans les joints de stratification. Toutes leurs ouvertures inférieures sont plus ou moins obstruées par des blocs de roche. Les fenêtres, par où des galeries intermédiaires débouchent dans leur sommet ou leur milieu, reproduisent identiquement les dispositions du gros aven de Canjuers (Var), du gouffre des Baumes-Chaudes (Lozère), de la grotte de Ganges (Hérault), de Pène Blanque (Haute-Garonne), etc. (*voir* les quatre coupes de détail ci-après.)



Il est très regrettable que de récents endiguements de la Green River, ayant relevé le niveau général des eaux souterraines, rendent impossible l'exploration méthodique, qui n'a jamais été faite, de tout le réseau hydrographique intérieur de Mammoth Cave.

Il est probable que les parties les plus éloignées (et les plus belles) de la caverne (Hovey's Cathedrals), révélées en 1848 et 1907, doivent communiquer, par des puits ou galeries à découvrir, avec les deux immenses

cavernes voisines de Colossal Cavern et de Salt Cave, situées à un niveau supérieur et dont l'exploration n'est pas achevée.

L'étendue totale et réelle des couloirs reconnus de Mammoth Cave est d'environ 100^{km}, au lieu des 48^{km} à 350^{km} *appréciés* jusqu'à présent.

A la surface du sol, entre Salt et Mammoth Cave, des traînées de gros graviers de quartz jalonnent le lit d'anciens cours d'eau pliocènes. C'est le même phénomène que les traînées de galets quartzeux des anciens cours du Tarn et de la Jonte à la surface des Causses Méjean et Noir (Lozère). Comme on retrouve ces graviers de quartz dans divers couloirs de Mammoth Cave, il est certain que plusieurs des sink-holes du Kentucky ne sont pas de simples effondrements (dans les grès de Chester), mais bien de véritables pertes ou points d'engouffrement anciens.

En résumé, Mammoth Cave a évolué selon trois niveaux principaux, sur une épaisseur moyenne de 90^{m} à 100^{m} (20^{m} à 30^{m} pour les grès et 70^{m} pour les calcaires).

A l'époque pliocène probablement, les puissants ruissellements descendus des Alleghanys à l'Est ravinèrent les plateaux, creusant les thalwegs de l'Ohio et de ses affluents. Certains défauts des grès constituèrent des goules d'absorption, des pertes de rivières, dont les emplacements oblitérés seraient à rechercher (principalement du côté de Salt Cave). Les courants ainsi infiltrés creusèrent d'abord (par corrosion, érosion et pression hydrostatique) l'immense et subhorizontale Main Cave, que draina longtemps la Green River, alors plus élevée qu'aujourd'hui. L'approfondissement de cette dernière abaissant le niveau de base, les fissures verticales du calcaire s'élargirent en puits qui soutirèrent les courants de Main Cave, etc., par des galeries intermédiaires; la perforation interne suivit synchroniquement la descente du creusement extérieur et le niveau actuel des rivières souterraines finit par être atteint. L'évidement souterrain marcha toujours parallèlement à celui des vallées extérieures et *tous deux sont de même âge*.

Comme les grottes d'Europe, Mammoth Cave prouve donc péremptoirement que la formation des cavernes est un phénomène plus ancien et plus continu qu'on ne le croyait naguère; et affecté d'une déchéance progressive, entièrement solidaire de la réduction incontestable des pluies depuis l'époque pliocène, puisque les étages inférieurs sont beaucoup plus petits que les supérieurs.

Il faut rectifier ce qu'on a dit de l'uniformité de la température à 54° F.

(12°, 22 C.); on a observé des extrêmes de 11°, 11 C. à 14°, 44 C., soit un écart de 3°, 33.

Il reste encore énormément à découvrir, à apprendre et à expliquer dans le labyrinthe interminable de Mammoth Cave et des autres cavernes voisines, connues ou non, qui lui sont certainement connexes.

ZOOLOGIE. — *Sur la morphologie de l'appareil génital femelle des Spiruridæ.* Note de M. **L.-G. Seurat**, présentée par M. Edmond Perrier.

La classification et les affinités des Nématodes parasites sont presque exclusivement établies sur la conformation des ailes caudales et des papilles génitales du mâle. Nous avons déjà montré, à propos des *Tropidocerca*, que la connaissance de la femelle, aussi bien que celle du mâle, permet de caractériser l'espèce; bien plus, l'étude de quelques Hétérakis et Physaloptères nous a permis de discerner les caractères différentiels très nets chez les femelles d'espèces dont les mâles offrent la plus grande similitude.

Dans cette Note, nous allons montrer comment l'appareil génital femelle des *Spiruridæ*, d'abord très simple, se complique de plus en plus, en présentant des modalités qui nous permettent de reconnaître les enchaînements des divers genres de cette famille.

Le type de structure le plus simple est réalisé chez un parasite du Chat ganté que nous avons nommé *Protospirura numidica* : la vulve, très grande, est située un peu au delà du milieu du corps et en rapport avec un ovéjecteur relativement court, rectiligne, ne présentant sur son trajet aucun réservoir propre à emmagasiner les œufs; les utérus sont opposés, l'un remontant vers l'avant jusque dans la région œsophagienne, tandis que l'utérus postérieur s'étend jusqu'au voisinage de la pointe caudale.

L'ovéjecteur comprend lui-même un vestibule, un sphincter et une trompe impaire; le vestibule et le sphincter sont caractérisés par leur paroi musculaire externe épaisse, tapissée antérieurement d'une membrane cuticulaire; le sphincter se distingue du vestibule par la plus grande épaisseur de son assise musculaire et surtout par l'existence de neuf cellules musculaires allongées dans le sens longitudinal de l'organe, qu'elles dépassent en débordant dans la cavité du vestibule; ces cellules, intimement recouvertes par la cuticule, facilitent par leur arrangement particulier la sortie des œufs arrivant de la trompe et s'opposent, par contre, au trajet inverse. La trompe impaire, musculo-épithéliale, qui fait suite au sphincter, est très courte.

Les *Spirura*, remarquables par l'existence dans la région œsophagienne,

d'un repli cutané qui leur permet de se fixer à la muqueuse de l'hôte, présentent une disposition des organes génitaux femelles presque identique à celle qui est réalisée chez le *Protospirura numidica;* nous les considérons comme un rameau latéral, peu différencié, issu de la souche des Spiruridés.

Les *Gongylonema*, Nématodes adaptés à un genre de vie particulier dans une galerie creusée dans la muqueuse de l'hôte, constituent également un rameau latéral issu des *Protospirura :* ils présentent la même disposition divergente des utérus que les formes précédentes, mais la vulve est très éloignée du milieu du corps et rapprochée de l'anus; la conséquence de ce déplacement de la vulve est un allongement démesuré de l'ovéjecteur qui, chez le *Gongylonema scutatum* Müller notamment, atteint presque la moitié de la longueur du corps (31^{mm} chez un individu de 70^{mm} de longueur totale) ([1]). Le *Viguiera euryoptera* (Rud.) appartient à ce rameau des *Gongylonema :* la vulve est voisine de l'anus et les utérus sont opposés; l'ovéjecteur est très allongé.

Chez les autres Spiruridés, le vestibule et le sphincter ne sont plus en ligne droite; le sphincter se recourbe en crosse, avant d'arriver au vestibule et se jette obliquement dans celui-ci. Cette disposition est réalisée chez les *Hartertia* Seurat, formes qui se rapprochent des *Protospirura* par la conformation identique de la bouche limitée par deux lèvres, et chez les *Habronema* dont la bouche est entourée de quatre lèvres.

Les *Habronema*, *groupe central* de la famille, sont remarquables par les transformations de l'ovéjecteur : chez les *Habronema* d'Oiseaux et chez l'*Habronema microstoma* (Schn.) du Cheval, la lumière du vestibule est étroite, cet organe ne servant pas à l'emmagasinement des œufs, qui le traversent sans s'y arrêter. Chez un autre parasite du Cheval, l'*Habronema muscæ* Dies., au contraire, le vestibule est différencié en un réservoir piriforme renfermant près de 200 œufs ([2]).

On peut, à partir des *Habronema*, établir deux séries divergentes : dans l'une, la vulve se déplace vers l'arrière et a tendance à se rapprocher de l'anus, tandis que dans l'autre la vulve remonte vers l'extrémité céphalique; en même temps, on observe une modification dans la disposition des

---

([1]) Les affinités des *Protospirura*, *Spirura* et *Gongylonema* se manifestent, en outre, par la similitude des larves.

([2]) L'*Habronema muscæ* est une forme déjà très évoluée; on ne peut donc pas le prendre comme type du genre *Habronema;* l'*Habronema leptoptera* (Rud.) serait mieux choisi.

utérus qui, chez les formes les plus évoluées de la famille, n'ont plus la disposition opposée, mais courent côte à côte dans toute la longueur du corps; cette dernière disposition est évidemment plus favorable pour l'accumulation d'un très grand nombre d'œufs.

La première série comprend les *Cyrnea*; chez le *Cyrnea excisa* (Molin), la vulve est encore située au milieu du corps, mais le vestibule est différencié en un vaste réservoir piriforme de 1^{mm},6 de longueur; les utérus, parallèles, remontent jusque dans la région œsophagienne. Chez le *Cyrnea eurycerca* Seurat, la vulve est, au contraire, rapprochée de l'anus.

Les *Tropidocerca*, remarquables par leur genre de vie, paraissent devoir être rattachés à cette série; la vulve est voisine de l'anus et les utérus sont parallèles.

La seconde série comprend les *Physocephalus*, les *Arduenna* et les *Spirocerca*. Le *Physocephalus sexalatus* (Molin) est une forme très curieuse par les variations qu'elle présente dans la position de la vulve; celle-ci est située tantôt au tiers antérieur, tantôt au milieu du corps, tantôt au tiers postérieur; le vestibule est différencié en un organe piriforme où sont amassés plusieurs centaines d'œufs; les utérus ont encore la disposition opposée, primitive.

Les *Spirocerca* représentent, dans cette série, le terme correspondant aux *Cyrnea* : la vulve est située dans la région œsophagienne et des utérus courent parallèlement vers l'arrière.

Les considérations qui précèdent ont d'autant plus d'intérêt qu'elles sont confirmées par l'embryogénie. L'ovéjecteur si simple des *Protospirura* et des *Spirura* nous montre, réalisée chez l'adulte, une disposition transitoire de l'ovéjecteur de formes plus évoluées au point de vue parasitaire, telles que le *Spirocerca sanguinolenta* (Rud.); en effet, l'ovéjecteur de celui-ci apparaît, chez la larve du quatrième stade, comme une simple invagination cuticulaire; à un stade plus avancé, le vestibule et le sphincter sont différenciés et en rapport avec une trompe impaire très courte; cet ovéjecteur rectiligne de la larve du Spiroptère du Chien présente la plus frappante ressemblance avec celui des *Protospirura* et des *Spirura* adultes. Dans la suite du développement, il se produit dans la région initiale du sphincter une double courbure en S qui a pour effet d'amener à la structure définitive; en même temps, la branche impaire de la trompe s'allonge considérablement.

Les affinités et l'enchaînement des divers genres de la famille des *Spiruridæ*, si difficiles à saisir par la morphologie externe, se trouvent ainsi mis en évidence par l'étude de la constitution de l'appareil génital femelle, de l'ovéjecteur en particulier. Cette étude nous permet d'établir une série phylogénétique et nous indique quels sont les types les plus primitifs de la famille, ceux qu'on doit plus spécialement envisager pour établir les affinités avec les autres Nématodes.

M. Marcel Baudouin adresse une Note intitulée : *Fréquence de la bifidité des racines des dents monoradiculaires chez l'Homme de la Pierre polie.*

M. Jules Amar adresse une Note intitulée : *Sur l'alimentation des troupes en campagne pendant l'hiver.*

(Renvoi à la Commission de Médecine, Chirurgie, Hygiène et à la Commission d'Alimentation.)

A 16 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures et demie.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances des 23 et 30 novembre 1914.

Les classiques de la Science : Tome VI, *Fusion du platine et dissociation*, par H. Sainte-Claire Deville et ses élèves; Tome VII, *Le Fluor*, par H. Moissan, publiés sous la direction de MM. H. Abraham, H. Gauthier, H. Le Chatelier, J. Lemoine. Paris, Armand Colin, 1914; 2 vol. in-8°, brochés. (Hommage de M. Le Chatelier.)

Notice sur la localisation des corps étrangers dans l'organisme par la radiographie et sur la manière de traiter les ampoules à rayons X, rédigée par M. Pierre Weiss, à l'aide de documents fournis par le Dr Desterne et Mme Curie, publiée par le Patronage national des blessés, 45, rue d'Ulm, à Paris; 1 fasc.

Antonio Cabreira, seus Servicos e Consagracões, factos e documentos colligidos e publicados por iniciativa dos seus Condiscipulos no Liceu de Lisboa, em 1888-1889. Lisboa, 1904; 1 vol. in-8°.

Ueber die Molekularattraktion, II, von K. K. Järvinen. Helsinki, 1914, Suomalaisen Tiedeakatemian Kustantama; 1 fasc.

Report on the progress and condition of the United States national Museum for

the year ending june 30, 1913. Washington, Government Printing Office, 1914; 1 vol. in-8°.

Report on the Work Carried out bey the S. S. « Seotia », 1913, *with Maps, Charts and Diagrams.* London, printed under the authority of his Majesty's stationery Office, by DARLING and SON, Limited, Bacon Street, E, 1914; 2 fasc. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 14 décembre 1914.)

Note de M. *Pierre Duhem*, Sur le paradoxe hydrodynamique de M. Brillouin :

Page 792, ligne 25, *au lieu de* $r^2 u^2$, $r^2 v^2$, $r^2 w^2$, *lire* $r^2 u$, $r^2 v$, $r^2 w$.

FIN DU TOME CENT-CINQUANTE-NEUVIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1914.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME 159.

A

ANATOMIE.

ASTRONOMIE.

B

BIOLOGIE.

BOTANIQUE.

C

CHIMIE ANALYTIQUE.

CHIMIE BIOLOGIQUE.

CHIMIE INORGANIQUE.

CHIMIE ORGANIQUE.

CHIMIE PHYSIQUE.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE.

CHIMIE VÉGÉTALE.

CRISTALLOGRAPHIE.

ÉLECTRICITÉ.

F

G

GÉOLOGIE.

H

I

L

M

MAGNÉTISME.

MATHÉMATIQUES.

MÉCANIQUE.

MÉDECINE.

PHYSIOLOGIE.

PHYSIQUE.

PRIX.

R

S

T

V

Z

ZOOLOGIE.



TABLE DES AUTEURS.

A

B



C

D

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

R

S

T

U

V

W

Y

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
35851 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55











